

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



Infrarail srl –  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Piazza della Croce Rossa n.1 - 00161 Roma

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

### ACCESSIBILITA' ALLA NUOVA STAZIONE AV BELFIORE E NUOVO COLLEGAMENTO BELFIORE – FIRENZE SMN FASE 1

#### STUDIO ACUSTICO

#### Relazione di Impatto Acustico

IL PROGETTISTA

Infrarail srl - IFR  
sede legale: Piazza della Croce Rossa n.1 – 00161 Roma.  
PEC: infrarail.pec@legalmail.it  
Codice fiscale e n. iscr. al Registro Imprese: 06956550484

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO	DISCIPLINA	PROGR.	REV.
0002	00	F	ZZ	RH	IM0000	003	A

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	EMISSIONE	D'AMELIO	16/03/23	TAMBURINI	22/03/23	SORBELLO	24/03/23

## **SOMMARIO**

<b>1.</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>4</b>
2.1.	LEGGE QUADRO 447/95.....	4
2.2.	D.P.R. 495/98 .....	5
2.3.	DPR 142/04 .....	6
2.4.	DM 29 NOVEMBRE 2000.....	8
<b>3.</b>	<b>CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO .....</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>LIMITI ACUSTICI.....</b>	<b>11</b>
4.1.	LIMITI EXTRAFASCIA: ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNALE .....	11
<b>5.</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM .....</b>	<b>13</b>
5.1.	IL CENSIMENTO DEI RICETTORI .....	13
<b>6.</b>	<b>GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....</b>	<b>14</b>
6.1.	ILLUSTRAZIONE DELLE TECNICHE PREVISIONALI ADOTTATE.....	14
6.2.	DATI DI INPUT DEL MODELLO .....	14
6.3.	MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE .....	15
6.4.	MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO - FASE 1.....	16
6.5.	MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO - FASE FINALE.....	17
6.6.	EMISSIONE DEI ROTABILI .....	20
6.7.	CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA E TARATURA DEL MODELLO DI SIMULAZIONE .....	21
<b>7.</b>	<b>CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE .....</b>	<b>23</b>
7.1.	STATO ATTUALE .....	23
7.1.	STATO PROGETTO – FASE 1 .....	23
7.1.	STATO PROGETTO – FASE FINALE.....	24
<b>8.</b>	<b>METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO .....</b>	<b>25</b>
8.1.	INTERVENTI ALTERNATIVI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO .....	25
8.2.	REQUISITI ACUSTICI DELLE BARRIERE ANTIRUMORE.....	26
8.3.	DESCRIZIONE DELLE BARRIERE ANTIRUMORE .....	27
8.4.	GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI.....	30
<b>9.</b>	<b>LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO .....</b>	<b>32</b>
<b>10.</b>	<b>LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE .....</b>	<b>34</b>
10.1.	LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE - FASE 1.....	34
10.2.	LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE - FASE FINALE .....	37
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>40</b>

## 1. INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il presente rapporto contiene i risultati dello studio di impatto acustico per gli interventi relativi al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1.

L'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore rappresenta un elemento di valenza strategica nell'ambito del programma generale di potenziamento del nodo AV di Firenze.

Nell'insieme l'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore prevede i seguenti interventi:

- la nuova “Fermata Circondaria”, da realizzarsi in corrispondenza della sottostante viabilità di Via Circondaria, che sarà a servizio di tutte le linee ferroviarie (regionali e Alta velocità), collegate alle stazioni di Firenze Rifredi, di Firenze Statuto, Firenze Campo di Marte e Firenze SMN;
- il People Mover, che permetterà il collegamento diretto tra la stazione di Firenze Santa Maria Novella e la futura stazione AV di Firenze Belfiore;
- l'integrazione del People Mover e della Fermata Circondaria con la Stazione AV di Firenze Belfiore.

La nuova fermata di Circondaria, da realizzarsi nell'ambito delle opere connesse all'AV, prevede, inoltre, l'integrazione intermodale con gli altri sistemi di trasporto pubblico, rafforzando così il legame tra la stazione e il proprio bacino di utenza.

Essa sarà costituita da 8 binari passanti, tra cui l'importante raddoppio Pisa/Pistoia, e 5 marciapiedi, di cui 3 intermedi e 2 laterali a standard metropolitano, con altezza di 55 cm sul PF e lunghezza di 250 m, escluso quello laterale lato Via Sighele di lunghezza pari a 200 m per evitare la pesante interferenza con un edificio residenziale.

L'accessibilità dalla viabilità esistente alla nuova Fermata avverrà tramite due sottopassi pedonali, uno realizzato ex novo, che permetterà il collegamento nei pressi dell'eventuale nuovo parcheggio in zona «Macelli», ex Centrale del Latte, di fronte la nuova stazione AV di Belfiore con ampia area pedonale, area di parcheggio, kiss&ride e nuova fermata dei bus. Il secondo sottopasso, in parte già realizzato, permetterà, da un lato, l'accesso da Via Circondaria/Via Sighele, mentre dall'altro, il collegamento con la futura stazione AV di Belfiore tramite un attraversamento a raso con pensilina di protezione nonché con un sistema di collegamenti verticali che permetteranno di entrare direttamente del piano primo della futura stazione AV (quota +51m.s.l.m). Da quest'ultimo sottopasso, i viaggiatori salgono alle banchine con un sistema di scale fisse e ascensori, protetti dalla pensilina ferroviaria.

Il collegamento tra la stazione AV di Belfiore e la fermata Circondaria sarà garantito da un sottopasso, un gruppo di scale/ascensori per i collegamenti verticali, e un sistema di passerelle pedonali aeree che attraverseranno la sottostante viabilità BUS e che permetteranno il collegamento con la futura stazione AV di Belfiore alla quota del primo piano (+51m). Il collegamento pedonale tra la fermata e le aree di interscambio è realizzato attraverso percorsi protetti e privi di ostacoli, facilitati dalla segnaletica tattile di orientamento per i viaggiatori (necessaria la riprogettazione complessiva dell'Area ex centrale del Latte).

Visti i tempi di realizzazione degli interventi sopra descritti, l'opera complessiva di accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore sarà realizzata per fasi funzionali.

La presente relazione fa, quindi, riferimento allo sviluppo del progetto di fattibilità della “prima fase funzionale”, che nello specifico comprende:

- la realizzazione di 3 dei marciapiedi (il 1°, il 2° e parte del 3°) della configurazione finale, accessibili da due sottopassi;
- le pensiline ferroviarie insistenti sui nuovi marciapiedi 1°, 2° e 3°;
- il muro di contenimento lungo Via Cironi e Via Sighele;

- il prolungamento del sottopasso viario su Via Circondaria;
- l'adeguamento del piano del ferro esistente con adeguamento dei tracciati ferroviari coinvolti (Montevarchi AV, Direttissima, Indipendente e deposito locomotive del Romito);
- la realizzazione del nuovo sottopasso pedonale su via Cironi e l'adeguamento dell'esistente sottopasso pedonale su via Sighele;

La configurazione determinata dalla descritta “prima fase funzionale” avrà un orizzonte temporale limitato, infatti, completate le opere della Fermata Circondaria e quelle connesse alla stazione AV Belfiore e al Passante AV, parte del traffico ferroviario attraverserà la zona in sotterraneo determinando un alleggerimento delle linee ferroviarie analizzate.

Data questa transitorietà per una valutazione maggiormente accurata dell'impatto acustico, e il conseguente dimensionamento delle opere di mitigazione, la valutazione post operam è stata condotta considerando due orizzonti temporali di progetto:

- **Fase 1** – configurazione corrispondente alla prima fase funzionale
- **Fase Finale** - configurazione determinata dall'entrata in funzione della stazione Belfiore e del Passante AV.

L'iter metodologico seguito - nel rispetto del Manuale di Progettazione RFI delle Opere Civili cod. RFIDTCSIAMMAIFS001 D 31/12/2020 - può essere schematizzato secondo le fasi di lavoro di seguito riportate:

Individuazione dei valori limite di immissione secondo il DPR 459/98 (decreto sul rumore ferroviario), il DMA 29/11/2000 (piani di contenimento e di risanamento acustico).

Caratterizzazione ante operam. In questa fase dello studio è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso e all'altezza dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (100+150 m per lato).

Livelli acustici post operam. Con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005 per l'infrastruttura ferroviaria. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea.

Metodi per il contenimento dell'inquinamento acustico. In questa parte dello studio sono state descritte le tipologie di intervento da adottare indicandone i requisiti acustici minimi.

Individuazione degli interventi di mitigazione. L'obiettivo è stato quello di abbattere l'impatto acustico mediante l'inserimento di barriere antirumore. Sono state a tale scopo previste barriere di altezza compresa tra 3,00m (H2) e 7,50 m (H10) sul piano del ferro.



Il presente documento è stato redatto dai Tecnici Competenti in Acustica iscritti all'Elenco Nazionale: Dott. Ing. Michele D'Amelio (Isc. Albo. Naz. 12266), Dott. Gabriele Bertelloni (Isc. Albo. Naz. 10229) e Dott. Ing. Lorenzo Giuggioli (Isc. Albo. Naz. 11562). Gli elaborati correlati, elencati nella seguente tabella sono stati redatti dagli stessi.

Si riporta di seguito l'elenco degli elaborati grafici e descrittivi relativi al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1:

ELENCO ELABORATI																						
DESCRIZIONE	CODIFICA																					
	Scala	Commessa			Lotto	F	Ente	Doc	Disciplina						Prog.	Rev						
Relazione di impatto acustico	-	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	R	H	I	M	0	0	0	0	0	0	3	A
Report misure acustiche	-	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	R	H	I	M	0	0	0	0	0	0	4	A
Schede di censimento ricettori	-	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	S	H	I	M	0	0	0	0	0	0	1	A
Corografia generale di individuazione delle fasce di pertinenza acustica	1 : 5.000	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	C	5	I	M	0	0	0	0	0	0	1	A
Planimetria di censimento dei ricettori e dei punti di misura	1 : 2.000	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	P	6	I	M	0	0	0	0	0	0	4	A
Output del modello di simulazione	-	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	R	H	I	M	0	0	0	0	0	0	5	A
Livelli acustici in facciata ante operam e post operam	1 : 2.000	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	P	6	I	M	0	0	0	0	0	0	6	A
Mappe acustiche ante e post mitigazione	1 : 2.000	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	P	6	I	M	0	0	0	0	0	0	5	A
Tipologico interventi di mitigazione	1 : 50	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	D	B	I	M	0	0	0	0	0	0	1	A
Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica	1 : 2.000	0	0	0	2	0	0	F	Z	Z	P	6	I	M	0	0	0	0	0	0	3	A

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

### 2.1. LEGGE QUADRO 447/95

In data 26/10/1995, viene pubblicata la Legge 26 ottobre 1995 n° 447 «*Legge quadro sull'inquinamento acustico*».

Detto strumento normativo, che sostituisce il D.P.C.M. 1 marzo 1991, affronta il tema dell'inquinamento acustico del territorio, ricomprendendo al suo interno le definizioni fondamentali e definendo competenze ed adempimenti necessari alla tutela dell'ambiente dal rumore.

La Legge Quadro indica le metodiche da adottare per il contenimento della problematica (piani e disposizioni in materia d'impatto acustico), e fornisce all'art. 2 comma 1 una definizione del fenomeno, dell'ambito di applicazione della normativa e delle sorgenti.

In particolare la Legge Quadro fa riferimento agli **ambienti abitativi**, definiti come: «*ogni ambiente interno ad un edificio destinato alla permanenza di persone o comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive per i quali resta ferma la disciplina di cui al D.L. 15/08/91, n.277, salvo per quanto concerne l'immissione di rumore da sorgenti sonore esterne ai locali in cui si svolgono le attività produttive*».

Nella definizione riportata risultano quindi comprese le residenze e comunque tutti quegli ambienti ove risiedono comunità e destinati alle diverse attività umane, ai quali non viene in genere ristretto il concetto di ambiente abitativo.

Sempre all'interno dell'art. 2 comma 1. la Legge Quadro fornisce la definizione di sorgente di rumore suddividendole tra *sorgenti fisse* e *sorgenti mobili*.

In particolare vengono inserite tra le **sorgenti fisse** anche le infrastrutture stradali e ferroviarie:

«*... le installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore, le infrastrutture stradali, ferroviarie,..... commerciali;...; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.*»

La Legge Quadro ribadisce la necessità che i comuni predispongano una **zonizzazione acustica comunale**. Le aree previste per la zonizzazione del territorio sono sei e sono così caratterizzate:

#### I - AREE PARTICOLARMENTE PROTETTE

Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per l'utilizzazione, quali aree ospedaliere, scolastiche, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse naturalistico, ricreativo, culturale, archeologico, parchi naturali e urbani;

#### II - AREE PREVALENTEMENTE RESIDENZIALI

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali, totale assenza di attività industriali ed artigianali;

#### III - AREE DI TIPO MISTO

Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici;

#### IV - AREE DI INTENSA ATTIVITÀ UMANA

Rientrano in questa classe:

- a) le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con elevata presenza di attività commerciali ed uffici, presenze di attività artigianali, con dotazione di impianti di servizi a ciclo continuo;
- b) *le aree in prossimità* di strade di grande comunicazione, *di linee ferroviarie*, di aeroporti e porti;
- c) le aree con limitata presenza di piccole industrie;

#### V - AREE PREVALENTEMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni;

## VI - AREE ESCLUSIVAMENTE INDUSTRIALI

Rientrano in questa classe le aree interessate da industrie a ciclo continuo prive di insediamenti abitativi.

Un aspetto innovativo della Legge Quadro è invece l'introduzione, accanto al criterio valore limite assoluto di immissione nell'ambiente e del criterio differenziale previsti dall'ex D.P.C.M., di altri metodi di valutazione dello stato e dell'inquinamento acustico ambientale, che di seguito vengono elencati:

- criterio del valore limite massimo di emissione;
- criterio del valore di attenzione;
- criterio del valore di qualità.

Si rileva pertanto che la Legge analizza sotto diversi aspetti la problematica acustica imponendo, accanto ai limiti di tutela per i ricettori, dei limiti sulle emissioni delle specifiche sorgenti e degli obiettivi di qualità da perseguire nel tempo.

Per l'individuazione dei limiti di applicabilità e delle soglie numeriche relative a ciascun criterio di valutazione, la Legge 447/95 demanda al D.P.C.M. del 14/11/1997 «*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*».

Da tale D.P.C.M. resta, però, ancora una volta esclusa la regolamentazione delle infrastrutture di trasporto.

### 2.2. D.P.R. 495/98

Per quanto concerne la disciplina del rumore ferroviario, il D.P.C.M del 14/11/97, coerentemente con quanto previsto dalla Legge Quadro 447/95, rimanda pertanto al D.P.R. n. 459 del 18/11/98.

Le disposizioni del Decreto Attuativo in questione si applicano a:

- infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h
- infrastrutture esistenti, loro varianti, infrastrutture di nuova realizzazione in affiancamento a linee esistenti, infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto non superiore a 200 km/h.

Di seguito, si sintetizzano i contenuti salienti del regolamento.

Per le *infrastrutture di nuova realizzazione con velocità di progetto superiore a 200 km/h* è prevista una fascia di pertinenza ferroviaria pari a 250 m per ciascun lato a partire dalla mezzeria dei binari esterni.

Nello studio di impatto acustico è inoltre necessario considerare tutti i ricettori presenti all'interno di un corridoio di 250 m per lato misurati a partire dalla mezzeria del binario esterno, esteso a 500 m per lato in presenza di ricettori particolarmente sensibili quali scuole, ospedali, case di cura e riposo.

Per tali infrastrutture all'interno dell'intera fascia di pertinenza ferroviaria valgono i limiti specificati nel seguito:

- 50 dB(A) Leq diurno e 40 dB(A) Leq notturno per ospedali, case di cura e riposo;
- 50 dB(A) Leq diurno per le scuole;
- 65 dB(A) Leq diurno e 55 dB(A) Leq notturno per gli altri ricettori.

Per le *infrastrutture ferroviarie esistenti, per le loro varianti e per le nuove realizzazioni con velocità di progetto inferiore a 200 km/h in affiancamento a linee esistenti*, a partire dalla mezzeria dei binari esterni e per ciascun lato, deve essere considerata una fascia di pertinenza dell'infrastruttura di 250 m.

Tale fascia deve a sua volta essere suddivisa in due parti:

FASCIA «A»                    pari a 100 m la più vicina alla sede ferroviaria

FASCIA «B»                    pari ad ulteriori 150 m più lontana da essa.

All'interno delle fasce suddette i valori limite assoluti di immissione del rumore prodotto dall'infrastruttura ferroviaria sono i seguenti:

- a) Per scuole, ospedali, case di cura, e case di riposo il limite è di 50 dB(A) nel periodo diurno e di 40 dB(A) nel periodo notturno. Per le scuole vale solo il limite diurno;

- b) Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «A» il limite è di 70 dB(A) nel periodo diurno e di 60 dB(A) nel periodo notturno;
- c) Per gli altri ricettori posti all'interno della fascia «B» il limite è di 65 dB(A) nel periodo diurno e di 55 dB(A) nel periodo notturno;
- d) Oltre la fascia di rispetto «B» valgono i limiti previsti dai piani di zonizzazione acustica comunali

Il rispetto dei limiti massimi di immissione, entro o al di fuori della fascia di pertinenza, devono essere verificati con misure sugli interi periodi di riferimento diurno (6-22) e notturno (22-6), in facciata degli edifici e ad 1 m dalla stessa, in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Inoltre qualora, in base a considerazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale, il raggiungimento dei predetti limiti non sia conseguibile con interventi sull'infrastruttura, si deve procedere con interventi diretti sui ricettori.

In questo caso, all'interno dei fabbricati, dovranno essere ottenuti i seguenti livelli sonori interni:

- a) 35 dB(A) di Leq nel periodo notturno per ospedali, case di cura, e case di riposo;
- b) 40 dB(A) di Leq nel periodo notturno per tutti gli altri ricettori;
- c) 45 dB(A) di Leq nel periodo diurno per le scuole.

I valori sopra indicati dovranno essere misurati al centro della stanza a finestre chiuse a 1,5 m di altezza sul pavimento.

### **2.3. DPR 142/04**

In data 1 Giugno 2004 viene pubblicato il DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 30 marzo 2004, n. 142, - "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447".

Il decreto per le infrastrutture stradali, così come previsto dal suddetto art. 5 del D.P.C.M. 14/11/1997, fissa le fasce di pertinenza a partire dal confine dell'infrastruttura (art. 3 comma 3) ed i limiti di immissione che dovranno essere rispettati.

Il DPR interessa come campo di applicazione le seguenti infrastrutture stradali così come definite dall'Art. 2 del Codice della Strada (D.L.vo n. 285 del 30/04/1992) e secondo le Norme CNR 1980 e direttive PUT per i sottotipi individuati ai fini acustici.

Sono in particolare indicate le seguenti classi di strade:

A - Autostrade

B - Strade extraurbane principali

C - Strade extraurbane secondarie suddivise in

Ca - a carreggiate separate e tipo IV CNR

Cb - tutte le altre strade extraurbane secondarie

D - Strade urbane di scorrimento

Da - a carreggiate separate e interquartiere

Db - tutte le altre strade urbane di scorrimento

E - Strade urbane di quartiere

F - Strade locali

In particolare per le infrastrutture appartenenti alle categorie A, B, Ca è individuata una fascia di rispetto: di ampiezza complessivamente pari a 250 m misurata a partire dall'infrastruttura stradale per ciascun lato dell'infrastruttura.

Tale fascia per le infrastrutture esistenti è a sua volta suddivisa in:

Fascia "A" pari a 100 m dalla sede stradale;

Fascia "B" pari ad ulteriori 150 m più lontana dalla sede.

Per le altre tipologie di strada la fascia si riduce come segue:

tipo Cb fascia A+B pari a 150 m

tipo Da e Db fascia unica pari a 100 m

tipo E ed F fascia unica pari a 30 m

Per quanto concerne i limiti gli stessi sono stabiliti in maniera diversa in funzione del tipo di infrastruttura e a seconda che si tratti di infrastruttura di nuova realizzazione o di infrastruttura esistente e di sue varianti. Nella tabella seguente vengono riportati i limiti per le infrastrutture esistenti e in relazione alle diverse fasce di pertinenza.

TIPO (secondo C.d.S)	SOTTOTIPO AI FINI ACUSTICI (secondo norme CNR 1980 e direttive PUT)	AMPIEZZA FASCIA	Scuole*, ospedali, case di cura e di riposo		ALTRI RICETTORI	
			Diurno	Notturmo	Diurno	Notturmo
A – autostrada		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
B – extraurbana principale		100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
C – extraurbana secondaria	Ca (carreggiate a carreggiate separate e tipo IV CNR 1980)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		150 (fascia B)			65	55
	Cb (tutte le altre strade extraurbane secondarie)	100 (fascia A)	50	40	70	60
		50 (fascia B)			65	55
D – urbana di scorrimento	Da (carreggiate a carreggiate separate e interquartiere)	100	50	40	70	60
	Db (tutte le altre strade urbane di scorrimento)	100	50	40	65	55
E – urbana di quartiere		30	Definiti dai comuni e conformi alla zonizzazione acustica			
F – locale		30				

Figura 2-1 Limiti acustici per le strade esistenti e assimilabili

Per quanto concerne il rispetto dei limiti, il DPR 142 stabilisce che lo stesso sia verificato in facciata degli edifici ad 1 metro dalla stessa ed in corrispondenza dei punti di maggiore esposizione.

Per i recettori inclusi nella fascia di pertinenza acustica, devono essere individuate ed adottate opere di mitigazione sulla sorgente, lungo la via di propagazione del rumore e direttamente sul ricettore, per ridurre l'inquinamento acustico prodotto dall'esercizio dell'infrastruttura, con l'adozione delle migliori tecnologie disponibili, tenuto conto delle implicazioni di carattere tecnico-economico.

Ove non sia tecnicamente conseguibile il rispetto dei limiti con gli interventi sull'infrastruttura, ovvero qualora in base a valutazioni tecniche, economiche o di carattere ambientale si evidenzia l'opportunità di procedere ad interventi diretti sui recettori, deve essere assicurato il rispetto dei seguenti limiti:

- a) 35 dB(A) - Leq notturno per ospedali, case di cura e case di riposo;
- b) 40 dB(A) - Leq notturno per tutti gli altri ricettori di carattere abitativo;
- c) 45 dB(A) - Leq diurno per le scuole.

Tali valori sono valutati al centro della stanza, a finestre chiuse, all'altezza di 1,5 metri dal pavimento.

## 2.4. DM 29 NOVEMBRE 2000

In data 6 Dicembre 2000, viene pubblicato il Decreto del Ministero dell'Ambiente n.141 del 29 Novembre 2000 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore".

Detto strumento normativo, stabilisce i criteri tecnici per la predisposizione degli interventi antirumore, definendo, oltre agli obblighi del gestore, i criteri di priorità degli interventi, riportando inoltre in Allegato (Allegato 2) i criteri di progettazione degli interventi stessi (Allegato 3 – Tabella 1), l'indice dei costi di intervento e i criteri di valutazione delle percentuali dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in uno stesso punto.

In particolare all'art. 4 "Obiettivi dell'attività di risanamento", il Decreto stabilisce che le attività di risanamento debbano conseguire il rispetto dei valori limite del rumore prodotto dalle infrastrutture di trasporto così come stabiliti dai regolamenti di esecuzione di cui all'art. 11 della Legge Quadro.

Nel caso di sovrapposizione di più fasce di pertinenza, il rumore immesso non deve superare complessivamente il maggiore fra i valori limite di immissione previsti per le singole infrastrutture.

Per quanto concerne le priorità di intervento, nell'Allegato 1 viene riportato la seguente relazione per il calcolo dell'indice di priorità P,

$$P = \sum R_i (L_i - L_i^*) \quad (I).$$

nella quale:

$R_i$  è il numero di abitanti nella zona i-esima,

$(L_i - L_i^*)$  è la più elevata delle differenze tra i valori di esposizione previsti e i limiti imposti dalla normativa vigente all'interno di una singola zona;

Relativamente alle infrastrutture concorrenti, il Decreto stabilisce che l'attività di risanamento sia effettuata secondo un criterio di valutazione riportato nell'allegato 4 oppure attraverso un accordo fra i medesimi soggetti, le regioni e le province autonome, i comuni e le province territorialmente competenti.

Il criterio indicato dal decreto nell'Allegato 4 viene introdotto il concetto di "Livello di soglia", espresso mediante la relazione

$$L_s = L_{zona} - 10 \cdot \log_{10} N \quad (II)$$

e definito come "il livello cui deve pervenire, a seguito di risanamento, ogni singola sorgente, avente rumore egualmente ponderato.

Nella relazione (II) il termine N rappresenta il numero delle sorgenti interessate al risanamento, e  $L_{zona}$  è il limite assoluto di immissione. Se il livello equivalente di rumore immesso da una sorgente è inferiore di 10 dB(A) rispetto



al valore della sorgente avente massima immissione ed inferiore al livello di soglia calcolato con il numero di sorgenti diminuito di 1, il contributo della sorgente stessa può essere trascurato.

### **3. CONCORSUALITÀ DELLE SORGENTI DI RUMORE PRESENTI SUL TERRITORIO**

La verifica di concorsualità, come indicata dall'Allegato 4 del DM 29/11/2000 "Criterio di valutazione dell'attività di risanamento da ascrivere a più sorgenti sonore che immettono rumore in un punto", richiede in primo luogo l'identificazione degli ambiti interessati dalle fasce di pertinenza dell'infrastruttura principale e dalle infrastrutture secondarie presenti sul territorio. La verifica è di tipo geometrico e viene svolta considerando le fasce di pertinenza delle infrastrutture di trasporto stradali e ferroviarie potenzialmente concorsuali.

Se il ricettore è compreso all'interno di un'area di concorsualità è in primo luogo necessario verificare la significatività della sorgente concorsuale.

La sorgente concorsuale non è sicuramente significativa e può essere trascurata, se la differenza fra il livello di rumore causato dalla sorgente principale e quello causato dalla sorgente secondaria è superiore a 10 dBA.

Nell'area di progetto non sono presenti sorgenti infrastrutturali che possono essere ritenute concorsuali.

Le fasce di pertinenza dell'infrastruttura considerata sono riportate nella Corografia generale di individuazione delle fasce di pertinenza acustica (Elab. 000200FZZC5IM0000001A).

## 4. LIMITI ACUSTICI

Per individuare i limiti che ciascun ricettore deve rispettare si considera quanto indicato nel Decreto Attuativo per la regolamentazione dei limiti d'immissione delle infrastrutture ferroviarie del 18/11/98 n° 459 "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n° 447, e nel DMA 29/11/2000.

Come evidenziato nei riferimenti normativi, i limiti di riferimento variano in funzione del tipo di ricettore cui si fa riferimento e del numero di sorgenti presenti sul territorio che possono definirsi concorsuali con quella oggetto di analisi.

Per il tipo di ricettori, alcuni di essi assumono i limiti sia nel periodo diurno che nel periodo notturno, mentre altri nel solo periodo diurno: ciò perché il limite di riferimento è relativo al periodo in cui effettivamente l'edificio in questione è utilizzato in maniera continuativa.

La fascia di pertinenza dell'infrastruttura ferroviaria si divide in due fasce (A 100 metri e B 150 metri), di seguito le tabelle con i limiti suddivisi per fasce di pertinenza:

Tipo di ricettore	Fascia A (0-100 m)		Fascia B (100-250 m)	
	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)	Periodo diurno dB(A)	Periodo notturno dB(A)
Residenziale	70,0	60,0	65,0	55,0
Non Residenziale	70,0	-	65,0	-
Ospedale/Casa di Cura	50,0	40,0	50,0	40,0
Scuola	50,0	-	50,0	-

Figura 4-1 Limiti acustici

### 4.1. LIMITI EXTRAFASCIA: ZONIZZAZIONE ACUSTICA COMUNALE

Per l'articolo 4 e 5 del DPR 459/98 i ricettori che ricadono al di fuori della fascia di pertinenza acustica dell'infrastruttura devono rispettare i limiti della tabella C del DPCM 14/11/97, ossia i limiti imposti dalle zonizzazioni acustiche comunali. Il tracciato di progetto si sviluppa per intero all'interno del comune di Firenze che ha approvato il Piano Comunale di Classificazione Acustica (PCCA) in data 13/09/2004 (Determinazione n 2004/00297 – 2004/C/00103), successivamente modificato con aggiornamento adottato con Deliberazione N. DC/2022/00021 (PROPOSTA N. DPC/2022/00023) del 06/06/2022.

Esternamente alle fasce di pertinenza acustica dell'infrastruttura ferroviaria la zona su cui insiste l'intervento è inserita dal Piano di classificazione acustica del comune di Firenze in classe IV. Si riporta uno stralcio del PCCA dell'area oggetto di intervento.

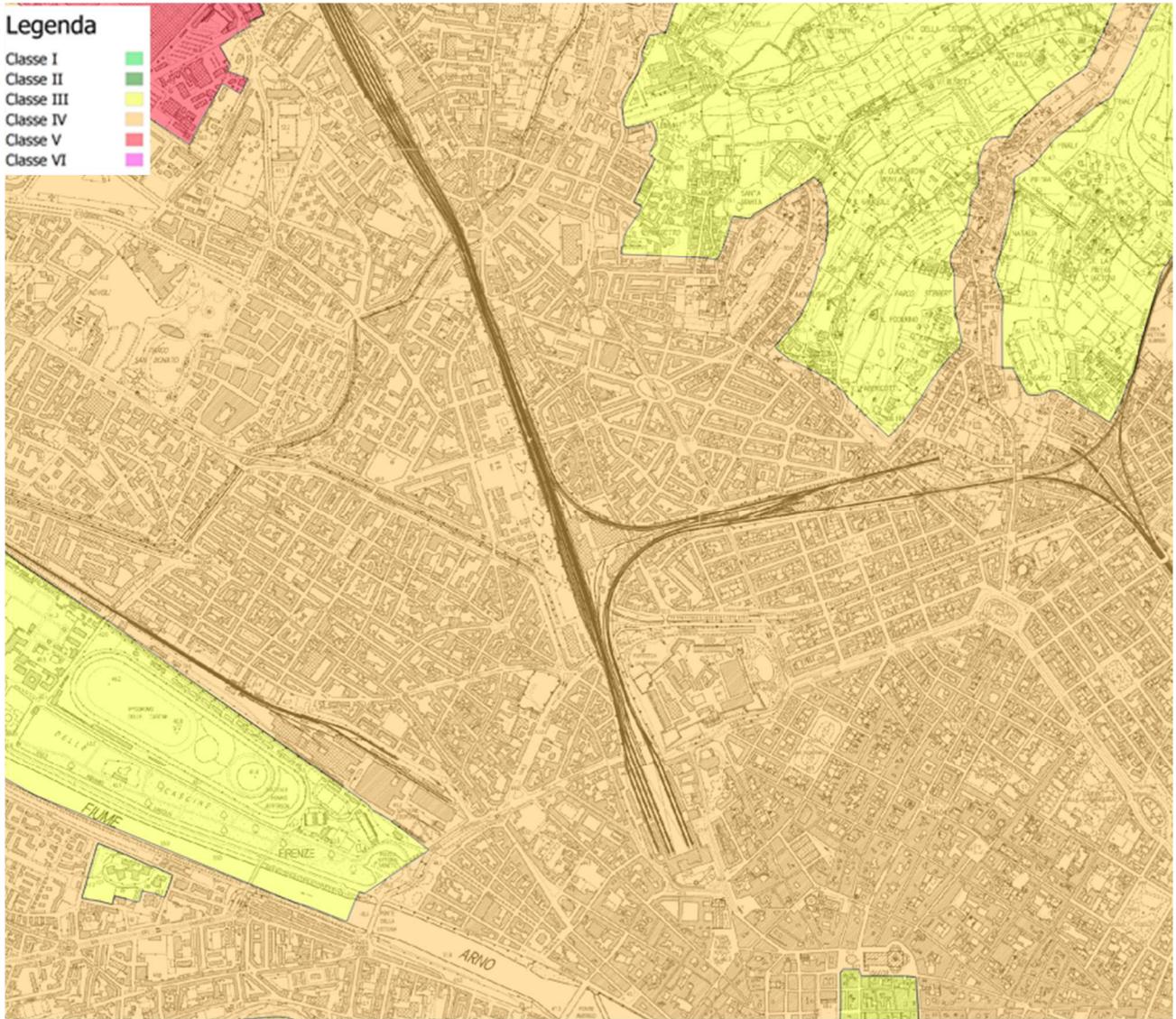


Figura 4-2 Stralcio PCCA Comune di Firenze

## 5. CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

### 5.1. IL CENSIMENTO DEI RICETTORI

Nell'ambito delle analisi ante operam per la componente rumore è stato effettuato un dettagliato censimento dei ricettori. Il censimento ha riguardato una fascia di 250 m per lato a partire dal binario esterno (fascia di pertinenza acustica ai sensi del DPR 459/98) in tutti i tratti di linea ferroviaria allo scoperto.

È stata effettuata, in particolare, una verifica della destinazione d'uso ed altezza di tutti i ricettori. I risultati di tale verifica sono stati riportati sulla cartografia numerica in scala 1:2000 (Elab. 000200FZZP6IM0000004A Planimetria di censimento dei ricettori e dei punti di misura) e nelle Schede di Censimento dei Ricettori (Elab. 000200FZZSHIM0000001A).

Nelle planimetrie di censimento su menzionate, in merito ai ricettori censiti sono state evidenziate mediante apposita campitura colorata le informazioni di seguito descritte:

#### Tipologia dei ricettori

- Residenziale;
- Non Residenziale;
- Asili, Scuole, Università

#### Altezza dei ricettori

Indicato come numero di piani fuori terra.

L'attività di verifica ante operam è stata quindi completata con la redazione di schede di dettaglio in cui sono state riportate per ciascun fabbricato le informazioni riguardanti la localizzazione, lo stato e la consistenza e la relativa documentazione fotografica.

Le schede sono riportate nel documento 000200FZZSHIM0000001A.

Di seguito viene fornita una descrizione delle informazioni contenute nelle schede:

#### *A) Dati generali*

- Codice ricettore individuato da un numero di quattro cifre RZZZ dove ZZZ è il numero progressivo del ricettore

#### *B) Dati localizzativi*

- Regione
- Provincia
- Comune
- Distanza dalla linea ferroviaria in progetto valutata rispetto all'asse di tracciamento

#### *C) Dati caratteristici dell'edificio esaminato*

- Numero dei piani
- Destinazione d'uso del ricettore

#### *E) Caratterizzazione del corpo ferroviario*

#### *F) Descrizione porzione di territorio tra edificio e infrastruttura*

- Destinazione d'uso terreno
- Altre sorgenti di rumore

#### *G) Note*

## 6. GLI IMPATTI CON LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

### 6.1. ILLUSTRAZIONE DELLE TECNICHE PREVISIONALI ADOTTATE

L'impatto prodotto dalle infrastrutture ferroviarie può essere valutato con l'ausilio di appositi modelli matematici di simulazione.

Un modello si basa sulla schematizzazione del fenomeno attraverso una serie di ipotesi semplificative che riconducono qualsiasi caso complesso alla somma di casi semplici e noti.

Per la previsione dell'impatto acustico della linea in analisi e per il dimensionamento degli interventi di abbattimento del rumore è stato utilizzato il modello di simulazione SoundPLAN.

Tale modello è sviluppato dalla Braunstein & Berndt GmbH sulla base di norme e standard definiti dalle ISO da altri standards utilizzati localmente come le Shall 03 e DIN 18005 emanate della Germania Federale, le ÖAL 30 Austriache e le Nordic Kilde 130.

La peculiarità del modello SoundPLAN si basa sul metodo di calcolo per "raggi". Il sistema di calcolo fa dipartire dal ricevitore una serie di raggi ciascuno dei quali analizza la geometria della sorgente e quella del territorio, le riflessioni e la presenza di schermi.

Studiando il metodo con maggior dettaglio si vede che ad ogni raggio che parte dal ricettore viene associata una porzione di territorio e così, via via, viene coperto l'intero territorio

Quando un raggio incontra la sorgente, il modello calcola automaticamente il livello prodotto della parte intercettata. Pertanto, sorgenti lineari come strade e ferrovie, vengono discretizzate in tanti singoli punti sorgente ciascuno dei quali fornisce un contributo. La somma dei contributi associati ai vari raggi va quindi a costituire il livello di rumore prodotto dall'intera sorgente sul ricettore.

I contributi forniti dai diversi raggi vengono evidenziati nei diagrammi di output. In tali schematizzazioni la lunghezza dei raggi è proporzionale al contributo in rumore fornito da quella direzione.

Quando un raggio incontra una superficie riflettente come la facciata di un edificio, il modello calcola le riflessioni multiple. A tal proposito l'operatore può stabilire il numero di riflessioni massimo che deve essere calcolato ovvero la soglia di attenuazione al di sotto della quale il calcolo deve essere interrotto.

Questa metodologia di calcolo consente quindi una particolare accuratezza nella valutazione della geometria del sito e risulta quindi molto preciso ed efficace in campo urbano, dove l'elevata densità di edifici, specie se di altezza elevata, genera riflessioni multiple che producono un innalzamento dei livelli sonori.

La possibilità di inserire i dati sulla morfologia dei territori, sui ricettori e sulle infrastrutture esistenti ed in progetto mediante cartografia tridimensionale consente di schematizzare i luoghi in maniera *realistica e dettagliata*. Ciò a maggior ragione se si considera che, oltre alla conformazione morfologica, è possibile associare ad elementi naturali e antropici specifici comportamenti acustici. Il modello prevede infatti l'inserimento di appositi coefficienti che tengono conto delle caratteristiche più o meno riflettenti delle facciate dei fabbricati.

### 6.2. DATI DI INPUT DEL MODELLO

L'applicazione del modello previsionale ha richiesto l'inserimento dei dati riguardanti i seguenti aspetti:

1. morfologia del territorio
2. geometria dell'infrastruttura
3. caratteristiche dell'esercizio ferroviario con la realizzazione degli interventi in progetto;

#### 4. emissioni acustiche dei singoli convogli.

Si nota che i dati relativi ai punti 1 e 2 (morfologia del territorio e geometria dell'infrastruttura) sono stati derivati da cartografia vettoriale e dalle planimetrie, profili e sezioni di progetto. I dati territoriali sono stati verificati mediante l'analisi di foto aeree.

Lo standard di calcolo utilizzato è quello delle *Deutsche Bundesbahn* sviluppato nelle norme *Shall 03*. I parametri di calcolo adottati sono i seguenti:

Ordine di riflessione	2	Ponderazione dB	dB(A)
Max raggio di ricerca [m]	5000	Imposta bonus ferrovia di 5 dB	<input type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Ric. [m]	200	Crea aree di Ground Effect dalle superfici stradali	<input checked="" type="checkbox"/>
Max.distanza riflessioni da Srg. [m]	50		
Tolleranza consentita (dB)	0,1		
Tolleranza consentita valida per..	contributo di livello di ciascuna sorgente		

Nei paragrafi seguenti si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio.

### 6.3. MODELLO DI ESERCIZIO ATTUALE

Di seguito si riportano nel dettaglio i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario attuale:

1. La tipologia di convogli in transito.
2. Il numero di transiti relativamente al periodo diurno e notturno per le diverse categorie di convogli.

Vengono nel seguito riportate, per tratta e tipologia di convogli (treni passeggeri e treni merci), le sintesi delle informazioni fornite dall'ente gestore e ricavate per un giorno feriale medio invernale (per i treni merci è stata presa a riferimento la giornata di mercoledì in quanto statisticamente è la più rappresentativa a livello di traffico pianificato):

Cintura (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturno (22-06)	Totali
ES	98	1	99
IC	8	6	14
REG	35	0	35
MERCI	16	27	43
INV	1	2	3

DD (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturno (22-06)	Totali
ES	156	5	161
IC	1	0	1
REG	11	4	15
MERCI	0	0	0
INV	11	1	12

Indipendente (1 Binario)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	1	0	1
IC	1	0	1
REG	61	6	67
MERCI	0	0	0
INV	6	3	9

Pisana (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	0	0	0
IC	0	0	0
REG	154	11	165
MERCI	0	0	0
INV	18	5	23

È possibile valutare il clima acustico ante operam delle linee ferroviarie esistenti attraverso le Mappe Acustiche Stato Attuale prodotte dal modello di simulazione sia per il periodo diurno che notturno (Elab. 000200FZZP6IM0000005A - Mappe acustiche ante e post mitigazione).

#### 6.4. MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO - FASE 1

Di seguito si riporta nel dettaglio del MdE di progetto (Fase 1) utilizzato per il dimensionamento degli interventi di mitigazione sull'opera di progetto.

La fase di progetto considerata (Fase 1) in esercizio prevede, per quel che riguarda la configurazione di circolazione ferroviaria, il solo riassetto planimetrico dei binari per far posto ai marciapiedi di fermata. Non essendoci nessuna derivazione in funzione (Passante AV – Stazione Belfiore) per questa fase resta invariata la circolazione dei treni, si è pertanto utilizzato il medesimo modello di esercizio dello stato attuale.

Vengono nel seguito riportati i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario di progetto – Fase 1, per tratta e tipologia di convogli (treni passeggeri e treni merci), le sintesi delle informazioni fornite dall'ente gestore e ricavate per un giorno feriale medio invernale (per i treni merci è stata presa a riferimento la giornata di mercoledì in quanto statisticamente è la più rappresentativa a livello di traffico pianificato):

Cintura (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	98	1	99
IC	8	6	14
REG	35	0	35
MERCI	16	27	43
INV	1	2	3

DD (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	156	5	161

IC	1	0	1
REG	11	4	15
MERCI	0	0	0
INV	11	1	12

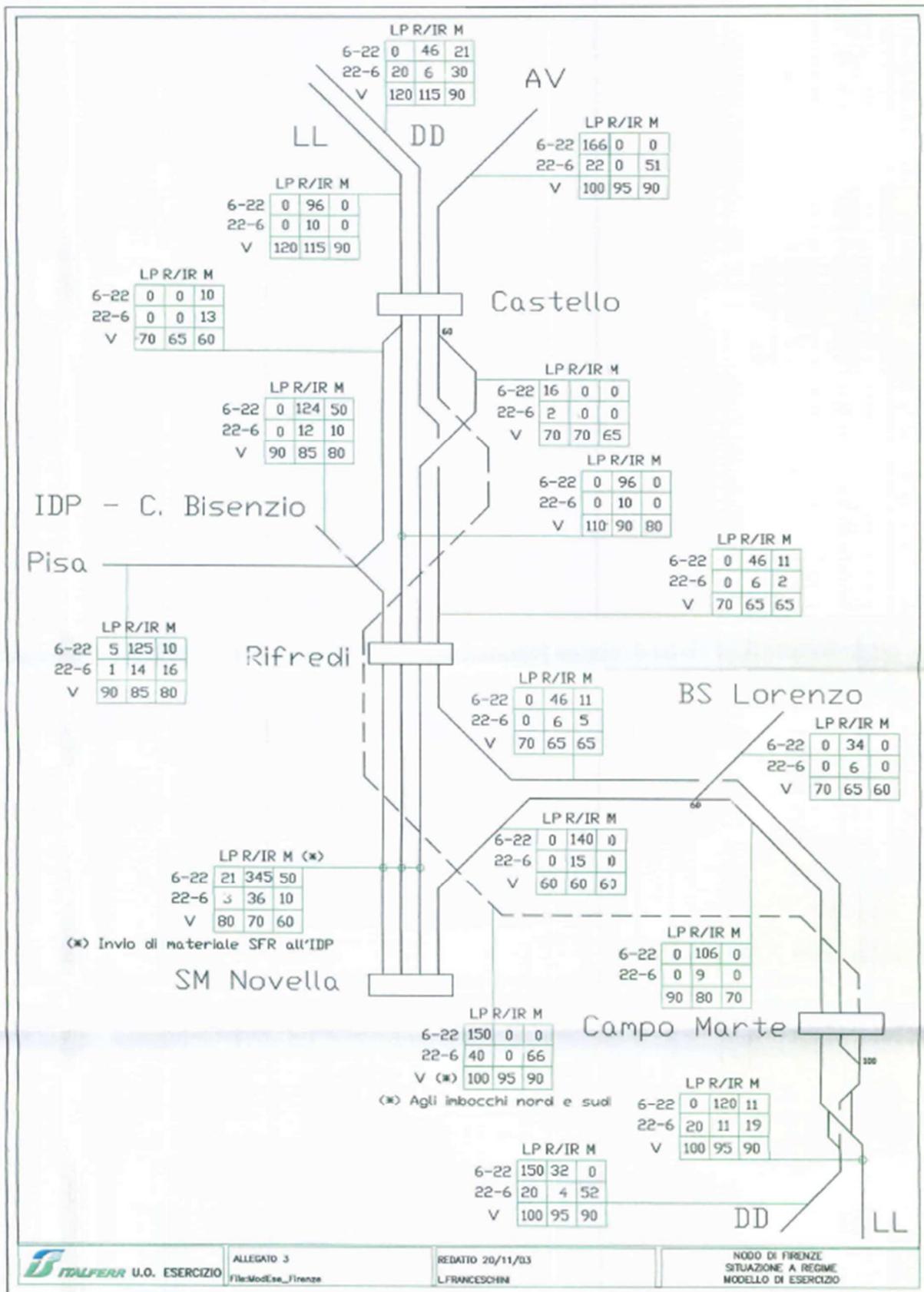
Indipendente (1 Binario)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	1	0	1
IC	1	0	1
REG	61	6	67
MERCI	0	0	0
INV	6	3	9

Pisana (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	0	0	0
IC	0	0	0
REG	154	11	165
MERCI	0	0	0
INV	18	5	23

## 6.5. MODELLO DI ESERCIZIO DI PROGETTO - FASE FINALE

Di seguito si riporta nel dettaglio del MdE di progetto (Fase Finale) utilizzato per il dimensionamento degli interventi di mitigazione sull'opera di progetto.

La fase di progetto considerata (Fase Finale) in esercizio prevede, per quel che riguarda la configurazione di circolazione ferroviaria, l'entrata in funzione del Passante AV e della Stazione AV Belfiore. In questa fase di progetto parte del traffico ferroviario, rispetto alla Fase 1, verrà deviato nel Passante attraversando la zona della Fermata Circondaria in sotterraneo. Per la determinazione del modello di Esercizio di progetto si è fatto riferimento alla relazione tecnica di esercizio del progetto "Linea Ferroviaria Milano - Napoli – Nodo di Firenze – Penetrazione Urbana linea AV – Passante AV di Firenze" (Elab. FAE339E16RGES0001001A).



Vengono nel seguito riportati i dati di input utilizzati per l'esercizio ferroviario di progetto – Fase Finale, per tratta e tipologia di convogli (treni passeggeri e treni merci):

Cintura (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	0	0	0
IC	14	2	16
REG	32	4	36
MERCI	11	5	46
INV	0	0	0

DD (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	16	2	18
IC	10	1	11
REG	86	9	95
MERCI	0	0	0
INV	0	0	0

Indipendente (1 Binario)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	0	0	0
IC	0	0	0
REG	83	8	91
MERCI	0	0	0
INV	16	4	20

Pisana (2 Binari)			
Tipo Treno	Periodo di riferimento Diurno (06-22)	Periodo di riferimento Notturmo (22-06)	Totali
ES	5	1	0
IC	0	0	0
REG	166	18	184
MERCI	0	0	0
INV	34	6	40

Si riportano di seguito le velocità considerate sulla tratta di progetto, per maggiori dettagli si rimanda alla relazione tecnica di esercizio (Elab. FAE339E16RGES0001001A)

Tipo Treno	Velocità [km/h]
ES	80
IC	70
REG	70
MERCI	60
INV	60

## 6.6. EMISSIONE DEI ROTABILI

La simulazione acustica è stata effettuata mediante il software SoundPLAN descritto nel paragrafo successivo. La modellazione tridimensionale di base del territorio utilizzata nella simulazione è stata sviluppata a partire dalla cartografia 3D in formato vettoriale. Le simulazioni sono state svolte implementando i traffici ed i relativi livelli sonori indotti dai transiti sulle opere ferroviarie, utilizzando come dati di input per le emissioni i seguenti valori, già adottati da RFI per i piani di bonifica acustica su tutto il territorio nazionale:

Tabella 1 Sommario LAeqTr diurno a 25 m dal binario normalizzati a 100 Km/h fonte RFI – Livelli in dB

Classi Acustiche	L <sub>AeqTr</sub>	63Hz	125Hz	250 Hz	500 Hz	1KHz	2KHz	4KHz	8KHz
Aln 668	42.3	10.3	16.5	25.8	37.1	38.2	34.2	30.1	18.6
DIR/IR	46.7	13.5	19.6	31.2	36.8	40.8	43.1	36.9	26.5
E/EN	49.1	15.1	26.3	38.1	43.0	43.3	43.2	40.2	28.6
ETR450/460/480	41.3	7.9	12.9	20.7	25.3	30.1	39.3	34.3	21.9
ETR500	43.0	9.4	14.2	24.1	29.9	34.2	40.9	34.2	22.2
IC	47.3	12.9	18.2	28.1	33.4	40.1	44.9	38.0	26.5
REG	44.7	13.3	20.0	30.3	36.0	38.7	40.3	35.7	25.9
REG-MET	39.3	6.3	15.6	26.5	31.7	34.3	33.4	30.3	21.7
MERCI	54.9	17.7	29.5	40.1	47.9	50.1	48.7	44.3	32.2

Si riportano di seguito i valori di SEL normalizzati a 25 metri dal binario a 100 Km/h (fonte RFI):

Sommario SEL @ 25 m normalizzati a 100 Km/h

	dB(A)	63 Hz	125	250	500	1 K	2 K	4 K	8K
Valore medio <b>ALn 668</b>	<b>89,9</b>	<b>57,9</b>	<b>64,1</b>	<b>73,4</b>	<b>84,7</b>	<b>85,8</b>	<b>81,8</b>	<b>77,7</b>	<b>66,2</b>
Deviazione standard	2,2	3,9	2,9	2,6	3,0	2,5	2,3	2,4	3,4
Valore medio <b>DIR / IR</b>	<b>94,3</b>	<b>61,1</b>	<b>67,2</b>	<b>78,8</b>	<b>84,4</b>	<b>88,4</b>	<b>90,7</b>	<b>84,5</b>	<b>74,1</b>
Deviazione standard	4,7	3,7	4,3	5,6	5,7	5,3	4,6	4,5	4,4
Valore medio <b>E / EN</b>	<b>96,7</b>	<b>62,7</b>	<b>73,9</b>	<b>85,7</b>	<b>90,6</b>	<b>90,9</b>	<b>90,8</b>	<b>87,8</b>	<b>76,2</b>
Deviazione standard	3,2	0,5	2,5	2,8	3,3	3,2	3,0	3,9	4,3
Valore medio <b>ETR 450-460-480</b>	<b>88,9</b>	<b>55,5</b>	<b>60,5</b>	<b>68,3</b>	<b>72,9</b>	<b>77,7</b>	<b>86,9</b>	<b>81,9</b>	<b>69,5</b>
Deviazione standard	3,8	3,4	3,6	4,9	5,0	4,5	3,9	4,0	3,9
Valore medio <b>ETR 500</b>	<b>90,6</b>	<b>57,0</b>	<b>61,8</b>	<b>71,7</b>	<b>76,8</b>	<b>81,8</b>	<b>88,5</b>	<b>81,8</b>	<b>69,8</b>
Deviazione standard	3,0	2,7	3,2	4,1	3,6	3,2	3,2	3,3	2,9
Valore medio <b>IC</b>	<b>94,9</b>	<b>60,5</b>	<b>65,8</b>	<b>75,7</b>	<b>81,0</b>	<b>87,7</b>	<b>92,5</b>	<b>85,6</b>	<b>74,1</b>
Deviazione standard	4,8	3,3	4,1	5,9	6,0	5,3	4,7	4,7	4,7
Valore medio <b>REG</b>	<b>92,3</b>	<b>60,9</b>	<b>67,6</b>	<b>77,9</b>	<b>83,6</b>	<b>86,3</b>	<b>87,9</b>	<b>83,3</b>	<b>73,5</b>
Deviazione standard	4,7	4,7	4,6	5,7	5,7	5,0	4,6	4,7	5,0
Valore medio <b>REG-MET</b>	<b>86,9</b>	<b>53,9</b>	<b>63,2</b>	<b>74,1</b>	<b>79,3</b>	<b>81,9</b>	<b>81,0</b>	<b>77,9</b>	<b>69,3</b>
Deviazione standard	4,1	3,6	3,8	4,4	4,9	4,7	3,7	3,6	3,5
Valore medio <b>MERCI</b>	<b>102,5</b>	<b>65,3</b>	<b>77,1</b>	<b>87,7</b>	<b>95,5</b>	<b>97,7</b>	<b>96,3</b>	<b>91,9</b>	<b>79,8</b>
Deviazione standard	6,2	5,6	6,8	7,5	6,9	6,9	5,3	5,6	6,0

I livelli equivalenti diurni relativi ai singoli passaggi sono poi stati utilizzati, assieme ai dati di traffico, per determinare il livello equivalente complessivo a 25 metri di distanza da ogni binario e tarare il modello di simulazione. Analoga procedura è stata seguita per il livello notturno, considerando la durata di 8 ore anziché 16.

Il software SoundPLAN impone l'input di fattori quali la distanza dal binario alla quale si ottiene un determinato livello sonoro e la velocità con la quale il treno transita lungo il binario stesso.

I treni inseriti all'interno del modello di esercizio sono stati caratterizzati secondo la tabella di emissione sopra riportata, si riportano di seguito le emissioni calcolate a 25 metri di distanza dal binario alla velocità pari a 100 km/h dei treni di progetto.

Tipo convoglio	Composizione	SEL@25m,100km/h dB(A)	Leq@25m,100km/h dB(A)
Servizio AV	HP (doppia composizione ETR1000)	90.6	43.0
Servizio Regionale	E402B (5carrozze)	92.3	44.7
Servizio LH	ETR 600	90.6	43.0
Merci	HP (max 2500 t)	102.5	54.9

## 6.7. CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA E TARATURA DEL MODELLO DI SIMULAZIONE

Inserendo nella libreria del modello di simulazione i valori di emissione così come rilevati sperimentalmente ed associandoli alla linea ferroviaria esistente, sono stati calcolati i Livelli Equivalenti diurni e notturni in corrispondenza dei punti di misura e controllo PR e PS. Confrontando i valori ottenuti dalla simulazione con quelli rilevati si è proceduto alla taratura del modello di simulazione SoundPLAN.

Per i dettagli della campagna di misura si rimanda all'apposito elaborato "Report Misure Acustiche" (Elab. 000200FZZP6IM0000005A), nel quale sono riportati anche tutte le grandezze acustiche acquisite per ciascun transito avvenuto nell'arco delle 12 ore della misura.

Tale campagna ha permesso la taratura del modello di simulazione acustica, con l'individuazione di 1 "Punti di Riferimento" (PR) posti in prossimità dei binari di corsa e di 1 "Punto Significativo" (PS) posti in corrispondenza di un ricettore.

I dati così rilevati sono stati rielaborati per ottenere i seguenti dati associati ad ogni singolo transito:

- Data e ora di passaggio;
- Categoria commerciale;
- Origine e Destinazione del viaggio;
- Ora di inizio e fine evento sonoro;
- Durata in secondi dell'evento sonoro;
- Grandezze acustiche:
  - Lmax
  - Leq sulla durata dell'evento
  - SEL

A partire dai dati così elaborati è stato anche possibile ricavare il valore del Livello Equivalente diurno sia nei PR che nel PS; di seguito una tabella di confronto tra i livelli misurati e quelli ottenuti dal modello di simulazione.

Sezioni di misura	punti di misura e controllo	Valori simulati	Valori misurati	Scarti simulati-misurati
		Leq,d	Leq,d	Leq,d
1	PR01	69,2	69,0	+0,2
<i>media degli scarti sui punti PS</i>				<i>+0,2</i>

Sezioni di misura	punti di misura e controllo	Valori simulati	Valori misurati	Scarti simulati-misurati
		Leq,d	Leq,d	Leq,d
1	PS1	62,1	61,8	+0,3
<i>media degli scarti sui punti PS</i>				<i>+0.3</i>

In corrispondenza del punto di controllo posizionato in corrispondenza del ricettore acustico (PS), si osserva una buona corrispondenza dei valori simulati rispetto a quelli misurati (con media degli scarti inferiori a 0,5 dBA).

## 7. CONSIDERAZIONI SUI LIVELLI SONORI ANTE MITIGAZIONE

### 7.1. STATO ATTUALE

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori corrispondenti all'esercizio del Modello di Esercizio attuale.

I lavori di costruzione della stazione AV Belfiore hanno reso necessaria la costruzione di un corridoio attrezzato per l'allontanamento dei materiali di scavo dall'area, il corridoio all'altezza della futura Fermata Circondaria è delimitato da barriere antirumore. Tali barriere installate fanno da mitigazione all'esercizio della linea ferroviaria sul lato ovest, sul lato est del rilevato ferroviario non sono presenti opere mitigative.

Da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno e soprattutto sul lato ovest del tracciato (Via Sighele e Via Cironi) privo di barriere. I superamenti determinati dall'esercizio allo stato attuale coinvolgono 98 ricettori residenziali e 3 plessi scolastici (Istituto Comprensivo Rosai; Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari; Istituto San Gregorio)

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Ante Mitigazione e post mitigazione (Elab. 000200FZZP6IM0000005A), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri

Per una lettura immediata del livello più alto simulato sulla facciata maggiormente esposta si faccia riferimento all'elaborato "Livelli acustici in facciata ante operam e post operam" (Elab. 000200FZZP6IM0000006A).

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato "Output del modello di simulazione" (Elab. 000200FZZRHIM0000005A). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato

### 7.1. STATO PROGETTO – FASE 1

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto e con il Modello di Esercizio Fase 1 di progetto a regime.

I lavori di costruzione della stazione AV Belfiore hanno reso necessaria la costruzione di un corridoio attrezzato per l'allontanamento dei materiali di scavo dall'area, il corridoio all'altezza della futura Fermata Circondaria è delimitato da barriere antirumore. Tali barriere installate fanno da mitigazione all'esercizio della linea ferroviaria sul lato ovest, sul lato est del rilevato ferroviario non sono presenti opere mitigative.

In questa configurazione (Fase 1) il traffico ferroviario resta invariato, rispetto allo stato attuale le differenze sono date dalla riconfigurazione planimetrica dei binari per far posto ai primi 3 marciapiedi della Fermata Circondaria corrispondenti all'avanzamento lavori della Fase 1.

Da un primo esame si nota che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno e soprattutto sul lato ovest del tracciato (lato Via Sighele e Via Cironi) privo di barriere. I superamenti determinati dall'esercizio allo stato di progetto della Fase 1 coinvolgono 86 ricettori residenziali e 3 plessi scolastici (Istituto Comprensivo Rosai; Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari; Istituto San Gregorio). La differenza rispetto allo stato attuale è data dalla traslazione verso ovest della sede dei binari che comporta un miglioramento dei livelli sul lato opposto dell'infrastruttura.

Le valutazioni previsionali evidenziano l'impatto da rumore di origine ferroviaria con superamenti dei limiti acustici principalmente nel periodo notturno, nell'area è pertanto necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che dovranno essere dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo notturno.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Ante Mitigazione e post mitigazione (Elab. 000200FZZP6IM0000005A), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri

Per una lettura immediata del livello più alto simulato sulla facciata maggiormente esposta si faccia riferimento all'elaborato "Livelli acustici in facciata ante operam e post operam" (Elab. 000200FZZP6IM0000006A).

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato "Output del modello di simulazione" (Elab. 000200FZZRHIM0000005A). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato

## **7.1. STATO PROGETTO – FASE FINALE**

L'applicazione del modello di simulazione sopra descritto ha permesso di stimare i livelli sonori con la realizzazione delle opere in progetto e con il Modello di Esercizio Fase Finale di progetto a regime.

I lavori di costruzione della stazione AV Belfiore hanno reso necessaria la costruzione di un corridoio attrezzato per l'allontanamento dei materiali di scavo dall'area, il corridoio all'altezza della futura Fermata Circondaria è delimitato da barriere antirumore. Tali barriere installate fanno da mitigazione all'esercizio della linea ferroviaria sul lato ovest, sul lato est del rilevato ferroviario non sono presenti opere mitigative.

In questa configurazione (Fase Finale) sono completate le opere connesse alla penetrazione urbana di Firenze, il Passante AV e la stazione AV Belfiore sono in esercizio, il traffico ferroviario viene parzialmente deviato all'interno del Passante AV. Quindi una considerevole frazione dei treni Merci e Alta Velocità attraversa la zona in sotterraneo nel passante alleggerendo il traffico sulla linea oggetto di studio.

Da un primo esame si nota che i superamenti si verificano principalmente nel periodo notturno ed esclusivamente sul lato ovest del tracciato (lato Via Sighele e Via Cironi) ad eccezione dei complessi scolastici. I superamenti determinati dall'esercizio allo stato di progetto della Fase 1 coinvolgono 31 ricettori residenziali e 3 plessi scolastici (Istituto Comprensivo Rosai; Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari; Istituto San Gregorio). Si nota una considerevole diminuzione dei ricettori interessati dai superamenti rispetto allo stato di progetto - Fase 1 determinato dalla diminuzione del traffico ferroviario nella configurazione finale dell'intervento sul nodo di Firenze.

Le valutazioni previsionali evidenziano l'impatto da rumore di origine ferroviaria con superamenti dei limiti acustici principalmente nel periodo notturno, nell'area è pertanto necessario prevedere idonei interventi di mitigazione che dovranno essere dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo notturno.

Per una visualizzazione cromatica dei livelli sonori lungo tutto il tracciato, sono state prodotte le Mappe Acustiche Ante Mitigazione e post mitigazione (Elab. 000200FZZP6IM0000005A), relative ad un'altezza da piano campagna pari a 4 metri

Per una lettura immediata del livello più alto simulato sulla facciata maggiormente esposta si faccia riferimento all'elaborato "Livelli acustici in facciata ante operam e post operam" (Elab. 000200FZZP6IM0000006A).

Le tabelle di dettaglio relative ai livelli sonori simulati sono riportate nell'elaborato "Output del modello di simulazione" (Elab. 000200FZZRHIM0000005A). All'interno di tale documento è possibile consultare i livelli sonori presso ogni piano di ciascun edificio indagato.

## 8. METODI PER IL CONTENIMENTO DELL'INQUINAMENTO ACUSTICO

Nei paragrafi seguenti si forniscono alcune note descrittive su metodi di contenimento dell'inquinamento acustico alternativi alle barriere antirumore, sui requisiti acustici delle barriere antirumore, sulle tipologie di barriere utilizzate in relazione alle prestazioni acustiche.

### 8.1. INTERVENTI ALTERNATIVI DI MITIGAZIONE DEL RUMORE FERROVIARIO

Finanziato dall'Unione Europea con il Fondo Europeo per lo Sviluppo Regionale (FESR) del periodo 2007-2013, il progetto *mitiga.rumore* "Interventi alternativi di mitigazione del rumore ferroviario" che prevedeva l'applicazione di un sistema di smorzatori di vibrazioni lungo la rotaia ed un sistema lubrificante del bordo della rotaia nei tratti curvilinei lungo la linea ferroviaria ai fini della mitigazione del rumore ferroviario, è stato sperimentato dalla Provincia di Bolzano in collaborazione con Rete Ferroviaria Italiana (RFI).

RFI ha permesso alla Provincia il montaggio in via sperimentale di questi due sistemi sulla linea del Brennero in due località distinte:

- in un tratto rettilineo tra i comuni di Bronzolo e di Ora sono installati due tipi diversi di smorzatori di vibrazioni rispettivamente della Schrey & Veit Srl di Sprendlingen (DE) e della TATA commercializzati da UUDEN BV di Arnhem (NL).



Ammortizzatori Schrey & Veit (Foto: Schrey & Veit, 2012)

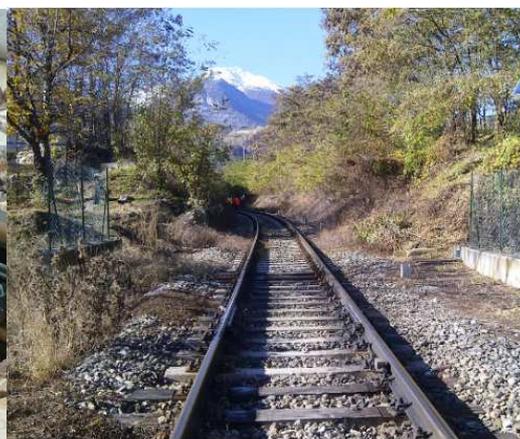


Ammortizzatori Van Uuden (Foto: Van Uuden, 2012)

- in un tratto in curva nel territorio comunale di Laion, adiacente all'abitato di Chiusa è installato un impianto di lubrificazione delle rotaie della P.A.L. Italia (Link esterno) di Novate Milanese (IT), lubrificanti della ditta Lincoln.



Lubrificatore P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)



Impianto lubrificazione P.A.L. Italia (Foto: P.A.L. Italia; 2012)

### **I risultati del Progetto “mitiga.rumore”:**

I lubrificatori installati nell’ambito del centro abitato di Chiusa, hanno contribuito ad attenuare il rumore di circa 1,5 dB. Oltre alla riduzione del rumore, con l’impiego dei lubrificatori si spera di limitare la formazione del corrugamento per logorio della superficie delle rotaie.

I due tipi di ammortizzatori sono stati invece testati tra i Comuni di Bronzolo e di Ora su un tratto di binario rettilineo di 300m circa, che fosse il più omogeneo possibile e che non presentasse irregolarità. Nel dettaglio, la riduzione media del livello sonoro per i treni merci è stata leggermente inferiore ad 1 dB mentre quella per i treni passeggeri supera 1 dB.

La riduzione del rumore ottenuta con i due sistemi è mediamente di 1 dB, e come riportato nelle conclusioni da parte della Provincia di Bolzano, nonostante il risultato positivo, la lieve riduzione del rumore ottenuta dalla sperimentazione non è chiaramente percepibile all’orecchio umano.

Viene ritenuto pertanto che entrambi i sistemi non costituiscano uno strumento di risanamento efficace per il nostro territorio e che non siano adeguati alla struttura dei binari utilizzati oltre che non sempre realizzabili.

La documentazione completa del Progetto “mitiga.rumore” è consultabile sul sito internet della Provincia di Bolzano al seguente indirizzo web:

<http://ambiente.provincia.bz.it/rumore/interventi-mitigazione-rumore-ferroviario.asp>

## **8.2. REQUISITI ACUSTICI DELLE BARRIERE ANTIRUMORE**

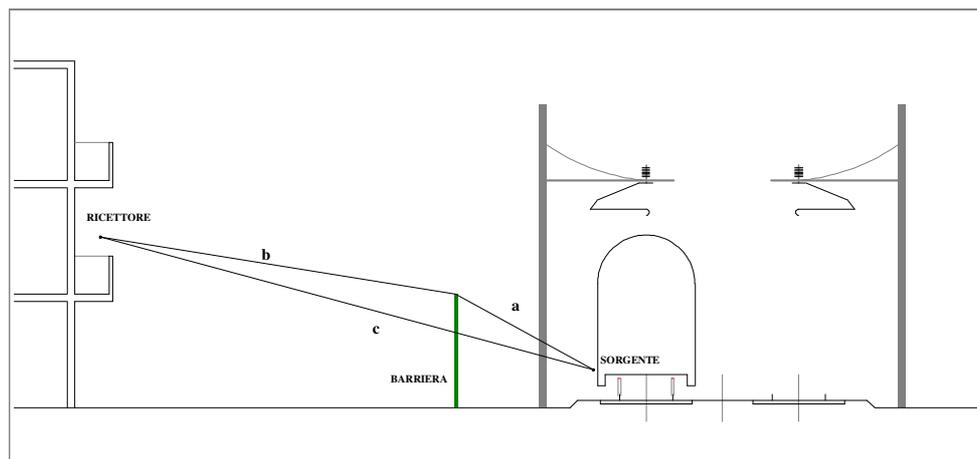
La scelta della tipologia di barriera antirumore è stata effettuata tenendo conto di tutti i criteri tecnici e progettuali atti a garantire l'efficacia globale dell'intervento. L'effetto di una barriera è condizionato dalla minimizzazione dell'energia acustica che, come noto, schematicamente si propaga attraverso:

1. l'onda diretta, che, se la barriera non è sufficientemente dimensionata, giunge in corrispondenza del ricettore senza essere condizionata da ostacoli;
2. l'onda che giunge al ricettore dopo essere stata diffratta dal bordo superiore della barriera;
3. l'onda diffratta dal bordo superiore della barriera, riflessa dal suolo e quindi diretta verso il ricettore;
4. l'onda che si riflette tra la barriera e le pareti laterali dei vagoni;
5. l'onda che giunge al ricettore per trasmissione attraverso i pannelli che compongono la barriera;
6. l'onda riflessa sulla sede ferroviaria, diffratta dal bordo superiore della barriera e quindi diretta verso il ricettore.
7. l'onda assorbita.

Per quanto riguarda i punti 1, 2, 3, e 6 risulta di importanza fondamentale il dimensionamento delle barriere in altezza lunghezza e posizione.

Relativamente ai punti 4, 5, e 7 invece sono maggiormente influenti le caratteristiche acustiche dei materiali impiegati e le soluzioni costruttive adottate in particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera. L’abbattimento prodotto da una barriera si basa comunque principalmente sulle dimensioni geometriche. L’efficienza di una barriera è infatti strettamente legata alla differenza tra il cammino diffratto sul top dell’elemento e il cammino diretto ( $\alpha$ ):

$\alpha = a+b-c =$  differenza tra cammino diretto e cammino diffratto (vedi figura)



In particolare devono essere opportunamente definite le proprietà fonoisolanti e fonoassorbenti della barriera, attenendosi alle seguenti norme di carattere generale:

Il fonoisolamento deve essere di entità tale da garantire che la quota parte di rumore che passa attraverso la barriera sia di almeno 15 dB inferiore alla quota di rumore che viene diffratta verso i ricettori dalla sommità della schermatura.

Il fonoassorbimento è l'attitudine dei materiali ad assorbire l'energia sonora su di essi incidente, trasformandola in altra forma di energia, non inquinante (calore, vibrazioni, etc). L'adozione di materiali fonoassorbenti è utile per:

- evitare una riduzione dell'efficacia schermante totale;
- evitare un aumento della rumorosità per gli occupanti dei convogli (effetto tunnel).

L'impiego di materiali fonoassorbenti è pertanto consigliabile nel caso ferroviario al fine di evitare una perdita di efficacia per le riflessioni multiple che si generano tra le pareti dei vagoni e la barriera stessa.

Per quanto concerne le proprietà fonoassorbenti, si suggerisce l'utilizzo di materiali con prestazioni acustiche particolarmente elevate e cioè almeno rispondenti ai coefficienti  $\alpha$  relativi alla Classe *Ia* del Disciplinare Tecnico per le Barriere Antirumore delle Ferrovie dello Stato. Detti coefficienti sono riportati nella tabella seguente.

Freq.	$\alpha$
125	0,30
250	0,60
500	0,80
1000	0,85
2000	0,85
4000	0,70

### 8.3. DESCRIZIONE DELLE BARRIERE ANTIRUMORE

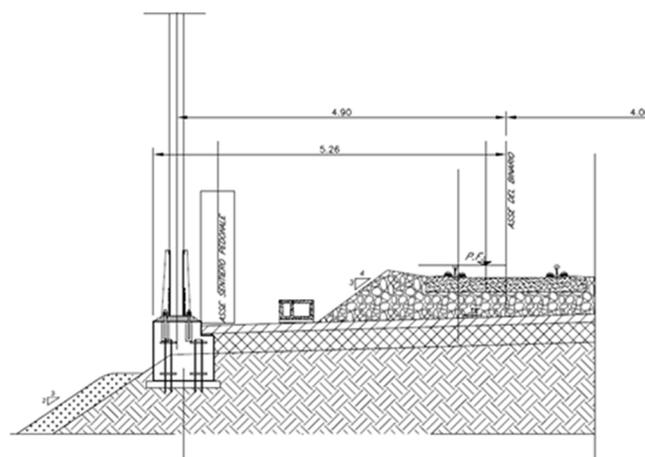
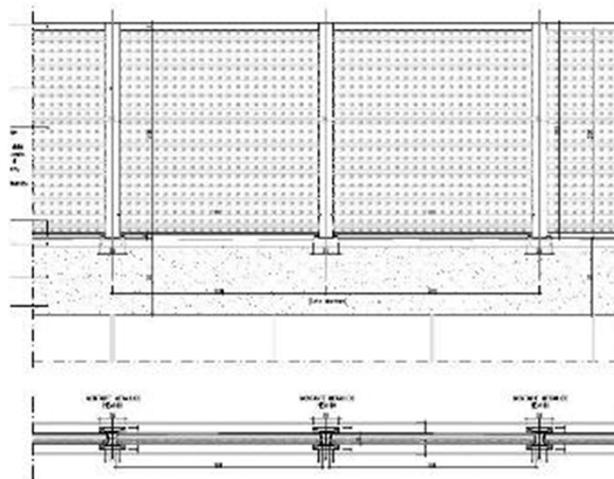
Nell'ambito delle attività di R.F.I. connesse al Piano di Risanamento Acustico per i ricettori posti nelle vicinanze della tratta da Firenze Campo di Marte a Firenze S. Maria Novella, era già prevista da progetto la realizzazione di opere di mitigazione acustica sul binario dispari lato esterno della tratta da Firenze Campo di Marte a Firenze Rifredi fra le chilometriche 2+019.69 e 3+772.47 (Progetto di Firenze Area 4 - C.I. 048017070). Nella progettazione delle opere di mitigazione dell'intervento in progetto si è fatto riferimento al Piano di Risanamento Acustico (P.R.A.) già esistente per la zona. Si sono integrate nel presente studio le soluzioni di mitigazione già individuate nell'ambito del P.R.A., le rispettive quote acustiche vengono mantenute ed è stato cambiata la tipologia

della barriera per alcuni tratti, optando per una soluzione applicabile sulla nuova configurazione del rilevato in presenza del muro di sostegno di via Cirone e Via Sighele (tipologico Metallica Leggera). Per le zone dove la conformazione del rilevato non varia rispetto allo stato attuale la tipologia di barriere rimane quella indicata nel PRA (tipologico Castello Rifredi o Metallica Leggera).

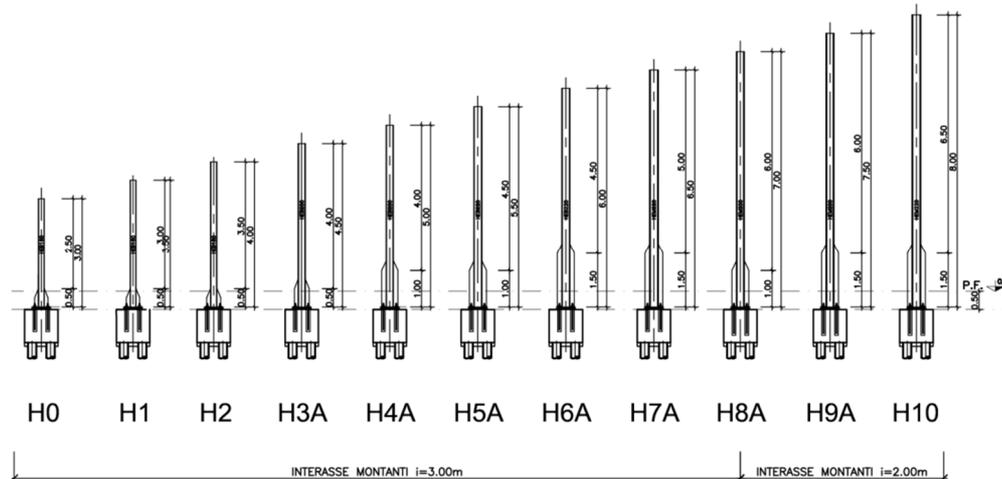
La soluzione “Metallica Leggera” è costituita dal tipologico di schermo acustico ampiamente utilizzata su altre linee ferroviarie, che RFI ha appositamente sviluppato per i casi in cui non è possibile installare la barriera antirumore standard, si prevede l'utilizzo di una barriera antirumore di tipo verticale, a montanti metallici e pannelli.

In relazione agli interventi previsti, nelle successive fasi di progettazione andrà verificato l'esatto posizionamento della barriera antirumore rispetto a quanto ipotizzato in questa prima fase.

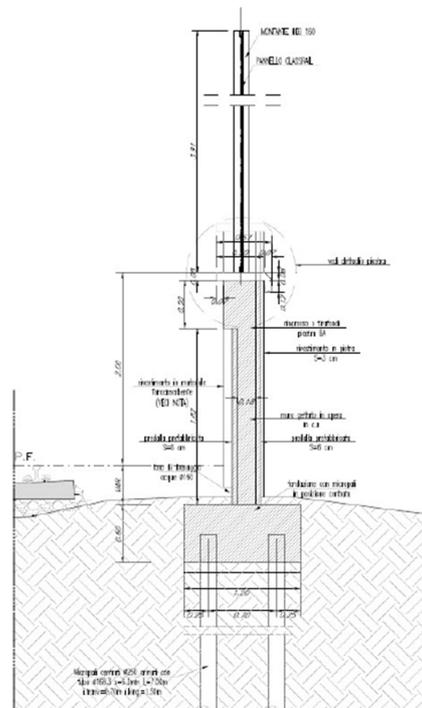
La soluzione progettuale consiste nell'impiego di montanti metallici a supporto di una pannellatura di tipo verticale, che dal punto di vista estetico si presenta visivamente con una porzione inferiore di pannelli in cls sormontata da pannelli trasparenti in cristallo fonoriflettenti o opachi totalmente fonoassorbenti (o un misto tra le due soluzioni), con l'obiettivo di facilitarne l'inserimento nel contesto di progetto. La realizzazione delle barriere antirumore è prevista in corrispondenza di un muro di sostegno, in questo caso i montanti e la pannellatura verranno posati sulla testa dell'opera con un'elevazione in altezza tale da rispettare la quota acustica indicata.



Nell'immagine seguente è riportato un tipologico con indicazione delle quote acustiche delle tipologie di barriere installabili.



Nelle zone in cui non si prevede la realizzazione del nuovo muro di sostegno (Via Cironi – Via Sighele) il tipologico di barriera antirumore resta quello indicato dal Progetto P.R.A. Firenze Area 4, tipo Castello Rifredi. Tale tipologico strutturato in moduli di lunghezza standard pari a 3.00m, è composto da un muro di altezza +2.00m dal piano del ferro alternato con moduli di altezza di 2.50m. Le elevazioni delle barriere antirumore tipologia “Castello Rifredi” sono costituite da una coppia di lastre predalles tralicciate che viene adagiata su una fondazione gettata in opera. Tale sistema bilastro funge direttamente da casseraatura per il getto del paramento stesso. All’attacco con la fondazione, solo la parte gettata in opera del muro risulta collaborante nella configurazione finale. Al di sopra del paramento si adagia come indicato nella figura sottostanti il sistema delle pannellature fonoassorbenti in acciaio inox o in vetro.



## 8.4. GLI INTERVENTI SUGLI EDIFICI

Per ricondurre, ove necessario, all'interno degli ambienti abitativi i livelli acustici entro specifici valori è possibile intervenire direttamente sugli edifici esposti.

Nel caso di interventi sull'edificio per garantire un miglior livello di comfort, si prospettano quindi le possibilità di seguito elencate in ordine crescente di efficacia:

a) *Sostituzione dei vetri con mantenimento degli infissi esistenti*

Questa soluzione può essere utilizzata nel caso in cui si vuole ottenere un isolamento interno ad un edificio fra 28 e 33 dB rispetto al rumore in facciata e gli infissi esistenti siano di buona qualità e tenuta.

b) *Sostituzione delle finestre*

Questa soluzione può essere adottata quando si desidera avere un isolamento fra 33 e 39 dB. A seconda delle prestazioni richieste è possibile:

1. installare la nuova finestra con conservazione del vecchio telaio, interponendo idonee guarnizioni, quando si vuole ottenere un isolamento fino ad un massimo di 35 dB;
2. installare una nuova finestra di elevate prestazioni acustiche con sostituzione del vecchio telaio, quando si vuole ottenere un isolamento di 36-39 dB.

Per ottenere isolamenti superiori a 37 dB è necessario in ogni caso prendere particolari precauzioni riguardo ai giunti di facciata (nel caso di pannelli prefabbricati di grosse dimensioni), alle prese d'aria (aspiratori, ecc.), ai cassonetti per gli avvolgibili, ecc.

c) *Realizzazione di doppie finestre*

Questa soluzione è impiegata nei casi in cui è necessario ottenere un isolamento di facciata compreso tra 39 e 45 dB. Generalmente l'intervento viene attuato non modificando le finestre esistenti, ed aggiungendo sul lato esterno degli infissi antirumore scorrevoli (in alluminio o PVC).

Essendo la normativa UNI 8204 ritirata ma non sostituita è stata presa come riferimento per la classificazione degli infissi e per le caratteristiche fonoisolanti di essi. Vi sono stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto, sono pertanto stabilite tre classi R1, R2 e R3 per classificare i serramenti esterni a seconda del diverso grado di isolamento acustico RW da questi offerto.

La classe R1 include la soluzione in grado di garantire un RW compreso tra 20 e 27 dB(A); la classe R2 le soluzioni che garantiscono un RW compreso tra 27 e 35 dB(A); la classe R3 tutte quelle soluzioni che offrono un RW superiore a 35 dB(A). I serramenti esterni che offrono un potere fonoisolante minore di 20 dB(A) non sono presi in considerazione.

In tabella sono riportate per ciascuna di queste classi alcune informazioni generiche delle soluzioni tecniche possibili in grado di garantire un fonoisolamento rientrante nell'intervallo caratteristico della classe.

Per ciascuna classe si è ritenuto opportuno offrire almeno due soluzioni tipo al fine di porre il decisore, in presenza di vincoli di natura tecnica, economica e sociale, nella condizione di operare delle scelte tra più alternative.

---

CLASSE R1 -  $20 \leq RW \leq 27$  dB(A)

---

- Vetro semplice con lastra di medio spessore (4÷6 mm), e guarnizioni addizionali. Doppio vetro con lastre di limitato spessore (3 mm), e distanza tra queste di almeno 40 mm.
- 

CLASSE R2 -  $27 \leq RW \leq 35$  dB(A)

---

- 
- Vetro semplice con lastra di elevato spessore (8+10 mm) e guarnizioni aggiuntive. Vetro stratificato antirumore con lastra di medio/elevato spessore (6+8 mm) e guarnizioni aggiuntive.
  - Doppio vetro con lastre di medio spessore (4+6 mm) guarnizioni aggiuntive e distanza tra queste di almeno 40 mm.
  - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4+6 mm) senza guarnizioni aggiuntive.

CLASSE R3 - RW>35 dB(A)

---

- Vetro stratificato antirumore di elevato spessore (10+12 mm) e guarnizioni aggiuntive. Vetro camera con lastre di medio spessore (4+6 mm), camera d'aria con gas fonoisolante e guarnizioni aggiuntive.
  - Doppia finestra con vetri semplici di spessore medio (4+6 mm) e distanza tra le lastre di almeno 100 mm.
- 

L'adozione di infissi antirumore può avere conseguenze in particolare sulla trasmissione di calore e sulla aerazione dei locali.

Gli aspetti che più frequentemente vengono infatti considerati come negativi, sono quelli relativi alla ventilazione ed al surriscaldamento dei locali nel periodo estivo. Ne consegue che gli infissi antifonici dovranno essere dotati anche di aeratori che potranno essere a ventilazione forzata o naturale.

## 9. LE OPERE DI MITIGAZIONE SUL TERRITORIO

Il dimensionamento degli interventi di mitigazione acustica è stato finalizzato all'abbattimento dai livelli acustici prodotti dall'infrastruttura ferroviaria.

La scelta progettuale è stata quella di privilegiare l'intervento sull'infrastruttura stessa.

Nell'ambito delle attività di R.F.I. connesse al Piano di Risanamento Acustico per i ricettori posti nelle vicinanze della tratta da Firenze Campo di Marte a Firenze S. Maria Novella, era già prevista da progetto la realizzazione di opere di mitigazione acustica sul binario dispari lato esterno della tratta da Firenze Campo di Marte a Firenze Rifredi fra le chilometriche 2+019.69 e 3+772.47 (Progetto di Firenze Area 4 - C.I. 048017070). Nella progettazione delle opere di mitigazione dell'intervento in progetto si è fatto riferimento al Piano di Risanamento Acustico (P.R.A.) già esistente per la zona. Si sono integrate nel presente studio le soluzioni di mitigazione già individuate nell'ambito del P.R.A., le rispettive quote acustiche vengono mantenute ed è stato cambiata la tipologia della barriera optando per una soluzione applicabile sulla nuova configurazione del rilevato.

Con l'ausilio del modello di simulazione *SoundPLAN* descritto nei paragrafi precedenti è stata effettuata la verifica e l'ottimizzazione delle opere di mitigazione.

Complessivamente è stata prevista la messa in opera di 831 metri di barriere antirumore, con l'utilizzo di moduli da +3 m su p.f. a +7,5 m su p.f..

Gli interventi sono rappresentati graficamente nelle *Mappe acustiche ante e post mitigazione* (Elab. 000200FZZP6IM0000005A) e nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica* (Elab. 000200FZZP6IM0000003A) indicate con dimensione e tipologia nella tabella seguente.

Si evidenzia che l'altezza dei manufatti è considerata sempre rispetto alla quota del piano del ferro eccetto dove eventualmente diversamente specificato:

Codice Barriera	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Lunghezza [m]	Tipologia costruttiva	Tipologia Sede Ferroviaria
BA_01	H4	4,50	200	CR – Castello Rifredi	Rilevato
BA_02	H4	4,50	59	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_03	H2	3,50	70	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_04	H2	3,50	36	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_05	H2	3,50	38	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_06	H2	3,50	21	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_07	H8	6,50	132	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_08	H4	4,50	15	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_09	H4	4,50	54	CR – Castello Rifredi	Rilevato
BA_10	H4	4,50	24	CR – Castello Rifredi	Rilevato

Codice Barriera	Modalità realizzazione	Altezza da p.f.	Lunghezza [m]	Tipologia costruttiva	Tipologia Sede Ferroviaria
BA_11	H10	7,50	62	CR – Castello Rifredi	Rilevato
BA_12	H10	7,50	120	ML – Metallica Leggera	Rilevato
BA_13	H6	5,50	38	CR – Castello Rifredi	Rilevato

Si evidenzia che nel caso in cui la realizzazione delle barriere antirumore è prevista in corrispondenza di muri di recinzione o muri di sostegno i montanti e la pannellatura verranno posati sulla testa dell'opera nei tratti coincidenti, con un'elevazione in altezza tale da rispettare la quota acustica indicata in tabella riferita sempre al piano ferro.

Gli interventi di mitigazione acustica sono rappresentati graficamente ed indicati con dimensione e tipologia nella *Planimetria di localizzazione degli interventi di mitigazione acustica* (Elab. 000200FZZP6IM0000003A) e nelle *Mappe acustiche ante e post mitigazione* (Elab. 000200FZZP6IM0000005A).

Gli estremi della schermatura acustica indicati nella tabella potranno subire minime modifiche in fase di progettazione e realizzazione in funzione delle reali condizioni al contorno, ma comunque di entità tale da non modificare l'efficacia mitigativa complessiva.

## 10. LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE

### 10.1. LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE - FASE 1

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo (Elab. 000200FZZRHIM0000005A “*Output del modello di simulazione?*”), a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore (lato ovest). Si nota un leggero aumento dei valori simulati sul lato opposto all’infrastruttura dovuto alla parziale riflessione della barriera, comunque non aumentando il numero dei ricettori già impattati.

Per lo stato di progetto Fase 1 post mitigazione permangono i superamenti per 33 ricettori residenziali e 2 complessi scolastici: Istituto Comprensivo Rosai (9 ricettori) e Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari (2 ricettori).

In merito ai superamenti residui, riportati per semplicità nella tabella sottostante, si segnala come gli sfioramenti ai limiti normativi siano ascrivibili principalmente alla ridotta distanza tra la linea ferroviaria in progetto e i ricettori.

Infine, per quanto riguarda i superamenti anche post mitigazione, per essi (n. 33 edifici Residenziali e 2 Scuole) dovranno essere valutati interventi diretti tali da ottenere il rispetto del limite interno.

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1 Livelli acustici in facciata ante e post mitigazione – Fase 1													
Caratteristiche Ricettori			Fascia AV	Limiti Acustici di Riferimento		ANTE MITIGAZIONE				POST MITIGAZIONE			
						Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione e d'uso	Piano		Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)
R20	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	49,4	49,7	-	-	50,4	50,4	0,4	-
R21	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	51,1	51,5	1,1	-	51,9	51,9	1,9	-
R22	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	52,1	51,9	2,1	-	52,6	52,3	2,6	-
R23	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	52,1	52,2	2,1	-	52,8	52,7	2,8	-
R23	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	54,2	54,4	4,2	-	54,8	54,7	4,8	-
R24	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	52,5	52,3	2,5	-	52,9	52,6	2,9	-
R25	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	51,8	51,6	1,8	-	52,2	51,8	2,2	-
R35	Residenziale	piano 5	FB	65	55	55,0	55,3	-	0,3	55,4	55,4	-	0,4
R35	Residenziale	piano 6	FB	65	55	55,7	56,2	-	1,2	56,1	56,3	-	1,3
R42	Residenziale	piano 2	FB	65	55	55,0	55,5	-	0,5	55,4	55,5	-	0,5
R44	Residenziale	piano 2	FB	65	55	55,1	55,4	-	0,4	55,3	55,5	-	0,5
R48	Residenziale	piano 2	FB	65	55	54,8	55,0	-	-	55,2	55,2	-	0,2
R48	Residenziale	piano 3	FB	65	55	55,3	55,7	-	0,7	55,7	55,8	-	0,8
R50	Residenziale	piano 3	FB	65	55	55,2	55,6	-	0,6	55,7	55,7	-	0,7
R50	Residenziale	piano 4	FB	65	55	56,1	56,5	-	1,5	56,5	56,6	-	1,6
R50	Residenziale	piano 5	FB	65	55	56,8	57,2	-	2,2	57,2	57,4	-	2,4
R53	Residenziale	piano 5	FB	65	55	55,1	55,3	-	0,3	55,4	55,3	-	0,3
R53	Residenziale	piano 6	FB	65	55	55,5	55,7	-	0,7	55,8	55,7	-	0,7

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1 Livelli acustici in facciata ante e post mitigazione – Fase 1													
Caratteristiche Ricettori			Fascia AV	Limiti Acustici di Riferimento		ANTE MITIGAZIONE				POST MITIGAZIONE			
						Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione e d'uso	Piano		Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)
R53	Residenziale	piano 7	FB	65	55	55,8	56,0	-	1,0	56,1	56,1	-	1,1
R53	Residenziale	piano 8	FB	65	55	56,1	56,2	-	1,2	56,4	56,3	-	1,3
R54	Residenziale	piano 4	FB	65	55	54,8	55,0	-	-	55,1	55,1	-	0,1
R54	Residenziale	piano 5	FB	65	55	55,3	55,6	-	0,6	55,6	55,6	-	0,6
R54	Residenziale	piano 6	FB	65	55	55,7	55,9	-	0,9	56,0	56,0	-	1,0
R54	Residenziale	piano 7	FB	65	55	56,0	56,2	-	1,2	56,3	56,3	-	1,3
R54	Residenziale	piano 8	FB	65	55	56,3	56,4	-	1,4	56,6	56,5	-	1,5
R55	Residenziale	piano 4	FB	65	55	55,3	55,4	-	0,4	55,4	55,2	-	0,2
R55	Residenziale	piano 5	FB	65	55	55,6	55,6	-	0,6	55,7	55,5	-	0,5
R63	Scuola	p-terra	Sensibile	50	-	53,3	52,1	3,3	-	53,2	51,8	3,2	-
R63	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	55,4	54,8	5,4	-	55,4	54,5	5,4	-
R63	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	55,8	55,1	5,8	-	55,7	54,9	5,7	-
R63	Scuola	piano 3	Sensibile	50	-	56,4	55,8	6,4	-	56,3	55,6	6,3	-
R64	Scuola	p-terra	Sensibile	50	-	52,7	52,6	2,7	-	52,7	52,5	2,7	-
R64	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	54,4	54,8	4,4	-	54,4	54,6	4,4	-
R65	Residenziale	piano 2	FB	65	55	55,1	55,5	-	0,5	55,5	55,6	-	0,6
R67	Residenziale	piano 7	FA	70	60	63,6	60,1	-	0,1	63,7	60,2	-	0,2
R68	Residenziale	piano 2	FB	65	55	55,6	55,4	-	0,4	55,6	55,4	-	0,4
R68	Residenziale	piano 3	FB	65	55	56,2	56,2	-	1,2	56,3	56,2	-	1,2
R68	Residenziale	piano 4	FB	65	55	56,7	56,7	-	1,7	56,8	56,7	-	1,7
R68	Residenziale	piano 5	FB	65	55	56,5	56,2	-	1,2	56,5	56,2	-	1,2
R68	Residenziale	piano 6	FB	65	55	57,0	56,6	-	1,6	57,0	56,6	-	1,6
R68	Residenziale	piano 7	FB	65	55	57,6	57,2	-	2,2	57,6	57,2	-	2,2
R69	Residenziale	piano 3	FB	65	55	55,7	55,5	-	0,5	55,8	55,5	-	0,5
R69	Residenziale	piano 4	FB	65	55	56,2	55,9	-	0,9	56,3	56,0	-	1,0
R69	Residenziale	piano 5	FB	65	55	56,0	55,6	-	0,6	56,1	55,7	-	0,7
R69	Residenziale	piano 6	FB	65	55	56,5	56,0	-	1,0	56,5	56,0	-	1,0
R92	Scuola	p-terra	Sensibile	50	-	52,0	52,1	2,0	-	52,5	52,4	2,5	-
R92	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	54,2	54,5	4,2	-	54,5	54,4	4,5	-
R92	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	55,9	56,2	5,9	-	56,0	56,0	6,0	-
R92	Scuola	piano 3	Sensibile	50	-	57,2	57,7	7,2	-	57,6	57,6	7,6	-
R93	Scuola	p-terra	Sensibile	50	-	50,2	50,5	0,2	-	51,0	51,0	1,0	-

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1 Livelli acustici in facciata ante e post mitigazione – Fase 1													
Caratteristiche Ricettori			Fascia AV	Limiti Acustici di Riferimento		ANTE MITIGAZIONE				POST MITIGAZIONE			
						Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione d'uso	Piano		Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)
R93	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	51,6	52,0	1,6	-	52,4	52,5	2,4	-
R93	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	52,9	53,4	2,9	-	53,6	53,7	3,6	-
R94	Scuola	P.terra	Sensibile	50	-	51,8	51,9	1,8	-	52,3	52,2	2,3	-
R94	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	53,5	53,7	3,5	-	53,8	53,8	3,8	-
R94	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	55,4	55,7	5,4	-	55,5	55,5	5,5	-
R115	Residenziale	piano 3	FB	65	55	64,0	63,7	-	8,7	57,2	56,1	-	1,1
R115	Residenziale	piano 4	FB	65	55	64,4	64,2	-	9,2	57,8	56,5	-	1,5
R116	Residenziale	piano 3	FB	65	55	63,8	63,6	-	8,6	57,3	56,2	-	1,2
R133	Residenziale	piano 2	FB	65	55	61,1	60,6	-	5,6	56,7	55,4	-	0,4
R135	Residenziale	piano 2	FA	70	60	75,2	76,7	5,2	16,7	62,5	62,1	-	2,1
R137	Residenziale	piano 2	FA	70	60	69,2	70,0	-	10,0	66,1	65,3	-	5,3
R138	Residenziale	piano 2	FA	70	60	67,6	68,2	-	8,2	63,0	61,8	-	1,8
R140	Residenziale	piano 4	FB	65	55	60,8	60,4	-	5,4	56,6	55,3	-	0,3
R141	Residenziale	piano 2	FA	70	60	70,1	71,3	0,1	11,3	66,5	65,8	-	5,8
R141	Residenziale	piano 3	FA	70	60	71,4	72,3	1,4	12,3	71,0	71,7	1,0	11,7
R142	Residenziale	piano 5	FA	70	60	63,7	63,8	-	3,8	61,9	60,5	-	0,5
R142	Residenziale	piano 6	FA	70	60	63,5	63,3	-	3,3	62,3	60,8	-	0,8
R149	Residenziale	piano 5	FB	65	55	58,0	57,3	-	2,3	56,7	55,1	-	0,1
R172	Residenziale	piano 2	FA	70	60	70,6	71,9	0,6	11,9	66,6	66,0	-	6,0
R172	Residenziale	piano 3	FA	70	60	71,8	72,8	1,8	12,8	71,3	72,1	1,3	12,1
R173	Residenziale	piano 4	FA	70	60	64,5	65,0	-	5,0	62,4	61,3	-	1,3
R173	Residenziale	piano 5	FA	70	60	64,9	65,0	-	5,0	63,5	62,4	-	2,4
R173	Residenziale	piano 6	FA	70	60	64,8	64,8	-	4,8	64,6	64,5	-	4,5
R179	Residenziale	piano 2	FA	70	60	68,4	69,3	-	9,3	62,7	61,5	-	1,5
R179	Residenziale	piano 3	FA	70	60	69,9	70,7	-	10,7	66,6	66,3	-	6,3
R197	Residenziale	piano 3	FA	70	60	74,0	75,0	4,0	15,0	61,9	60,5	-	0,5
R197	Residenziale	piano 4	FA	70	60	73,1	74,0	3,1	14,0	67,4	64,0	-	4,0
R197	Residenziale	piano 5	FA	70	60	72,7	73,3	2,7	13,3	69,5	67,2	-	7,2
R197	Residenziale	piano 6	FA	70	60	72,3	72,8	2,3	12,8	70,9	70,5	0,9	10,5
R203	Residenziale	piano 3	FA	70	60	73,6	74,9	3,6	14,9	62,5	60,9	-	0,9
R203	Residenziale	piano 4	FA	70	60	73,4	74,5	3,4	14,5	68,4	65,0	-	5,0
R203	Residenziale	piano 5	FA	70	60	73,1	74,0	3,1	14,0	70,4	69,6	0,4	9,6

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1 Livelli acustici in facciata ante e post mitigazione – Fase 1													
Caratteristiche Ricettori			Fascia AV	Limiti Acustici di Riferimento		ANTE MITIGAZIONE				POST MITIGAZIONE			
						Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione d'uso	Piano		Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)
R220	Residenziale	piano 3	FA	70	60	70,7	72,5	0,7	12,5	62,0	60,3	-	0,3
R220	Residenziale	piano 4	FA	70	60	70,7	72,5	0,7	12,5	63,8	62,0	-	2,0
R244	Residenziale	piano 7	FB	65	55	62,0	63,8	-	8,8	55,7	55,3	-	0,3
R245	Residenziale	piano 6	FB	65	55	61,6	63,3	-	8,3	55,4	55,2	-	0,2
R245	Residenziale	piano 7	FB	65	55	62,1	63,9	-	8,9	56,0	56,1	-	1,1
R248	Residenziale	piano 4	FA	70	60	71,3	73,6	1,3	13,6	58,7	60,8	-	0,8
R248	Residenziale	piano 5	FA	70	60	71,1	73,4	1,1	13,4	61,5	63,7	-	3,7
R253	Residenziale	P-terra	FA	70	60	58,3	60,5	-	0,5	58,8	61,0	-	1,0
R253	Residenziale	piano 1	FA	70	60	60,1	62,3	-	2,3	60,5	62,7	-	2,7
R253	Residenziale	piano 2	FA	70	60	63,7	65,9	-	5,9	64,3	66,5	-	6,5
R253	Residenziale	piano 3	FA	70	60	63,9	66,1	-	6,1	64,8	67,1	-	7,1
R254	Residenziale	P-terra	FA	70	60	58,7	61,0	-	1,0	58,9	61,2	-	1,2
R254	Residenziale	piano 1	FA	70	60	60,5	62,8	-	2,8	60,6	62,9	-	2,9
R254	Residenziale	piano 2	FA	70	60	64,0	66,3	-	6,3	64,4	66,7	-	6,7
R254	Residenziale	piano 3	FA	70	60	64,4	66,7	-	6,7	65,0	67,3	-	7,3

## 10.2. LIVELLI ACUSTICI POST MITIGAZIONE - FASE FINALE

Come si evince dai dati riportati negli Output del modello di calcolo (Elab. 000200FZZRHIM0000005A “*Output del modello di simulazione*”), a fronte del dimensionamento proposto degli interventi di mitigazione acustica lungo linea è possibile abbattere considerevolmente i livelli sonori in corrispondenza dei ricettori protetti da barriera antirumore.

Per lo stato di progetto Fase Finale post mitigazione rispetto allo stato di progetto Fase 1 post mitigazione si nota un netto miglioramento dell’impatto residuo ai ricettori imputabile alla riduzione di traffico ferroviario sulla linea, si ricorda che questa sarà la configurazione operativa a lungo termine a vallo del completamento delle opere del nodo di Firenze. Permangono i superamenti per 8 ricettori residenziali (Via Sighele e Via Cironi) e 2 complessi scolastici: Istituto Comprensivo Rosai (8 ricettori) e Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari (2 ricettori).

In merito ai superamenti residui, riportati per semplicità nella tabella sottostante, si segnala come gli sforamenti ai limiti normativi siano ascrivibili principalmente alla ridotta distanza tra la linea ferroviaria in progetto e i ricettori.

Infine, per quanto riguarda i superamenti anche post mitigazione, per essi (n. 8 edifici Residenziali e 2 Scuole) dovranno essere valutati interventi diretti tali da ottenere il rispetto del limite interno.

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1 Livelli acustici in facciata ante e post mitigazione – Fase 1													
Caratteristiche Ricettori			Fascia AV	Limiti Acustici di Riferimento		ANTE MITIGAZIONE				POST MITIGAZIONE			
						Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione d'uso	Piano		Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturmo Leq dB(A)
R21	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	49,4	46,1	-	-	50,4	46,8	0,4	-
R22	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	50,8	47,0	0,8	-	51,4	47,5	1,4	-
R23	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	50,6	47,0	0,6	-	51,3	47,6	1,3	-
R23	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	52,6	49,2	2,6	-	53,3	49,7	3,3	-
R24	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	51,2	47,3	1,2	-	51,7	47,8	1,7	-
R25	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	50,4	46,6	0,4	-	50,9	47,0	0,9	-
R63	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	52,2	47,8	2,2	-	52,2	47,7	2,2	-
R63	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	54,1	50,1	4,1	-	54,1	49,9	4,1	-
R63	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	54,5	50,4	4,5	-	54,4	50,3	4,4	-
R63	Scuola	piano 3	Sensibile	50	-	55,0	51,0	5,0	-	55,0	50,9	5,0	-
R64	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	51,2	47,5	1,2	-	51,3	47,5	1,3	-
R64	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	52,7	49,4	2,7	-	52,7	49,3	2,7	-
R92	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	50,5	46,9	0,5	-	51,1	47,4	1,1	-
R92	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	52,7	49,2	2,7	-	53,1	49,4	3,1	-
R92	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	54,3	50,9	4,3	-	54,6	50,9	4,6	-
R92	Scuola	piano 3	Sensibile	50	-	55,6	52,3	5,6	-	56,3	52,6	6,3	-
R93	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	49,9	46,6	-	-	50,9	47,3	0,9	-
R93	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	51,1	47,9	1,1	-	52,1	48,5	2,1	-
R94	Scuola	p. terra	Sensibile	50	-	50,2	46,7	0,2	-	50,8	47,1	0,8	-
R94	Scuola	piano 1	Sensibile	50	-	51,9	48,5	1,9	-	52,3	48,7	2,3	-
R94	Scuola	piano 2	Sensibile	50	-	53,8	50,4	3,8	-	54,1	50,4	4,1	-
R137	Residenziale	piano 2	FA	70	60	67,6	64,5	-	4,5	65,0	60,8	-	0,8
R141	Residenziale	piano 2	FA	70	60	68,4	65,6	-	5,6	65,3	61,2	-	1,2
R141	Residenziale	piano 3	FA	70	60	69,7	66,7	-	6,7	69,3	66,2	-	6,2
R172	Residenziale	piano 2	FA	70	60	68,9	66,2	-	6,2	65,4	61,3	-	1,3
R172	Residenziale	piano 3	FA	70	60	70,1	67,1	0,1	7,1	69,6	66,6	-	6,6
R179	Residenziale	piano 3	FA	70	60	68,3	65,2	-	5,2	65,3	61,4	-	1,4
R197	Residenziale	piano 4	FA	70	60	71,4	68,4	1,4	8,4	66,8	61,4	-	1,4
R197	Residenziale	piano 5	FA	70	60	71,0	67,9	1,0	7,9	68,4	63,6	-	3,6
R197	Residenziale	piano 6	FA	70	60	70,7	67,4	0,7	7,4	69,6	65,7	-	5,7
R203	Residenziale	piano 4	FA	70	60	71,6	68,8	1,6	8,8	67,5	62,2	-	2,2
R203	Residenziale	piano 5	FA	70	60	71,4	68,4	1,4	8,4	69,1	65,0	-	5,0

Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1 Livelli acustici in facciata ante e post mitigazione – Fase 1													
Caratteristiche Ricettori			Fascia AV	Limiti Acustici di Riferimento		ANTE MITIGAZIONE				POST MITIGAZIONE			
						Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata		Livelli Acustici in Facciata		Impatto Acustico Residuo in Facciata	
Numero Ricettore	Destinazione e d'uso	Piano		Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)	Diurno Leq dB(A)	Notturno Leq dB(A)
R253	Residenziale	piano 2	FA	70	60	61,4	59,7	-	-	62,0	60,3	-	0,3
R253	Residenziale	piano 3	FA	70	60	61,6	59,9	-	-	62,6	60,8	-	0,8
R254	Residenziale	piano 2	FA	70	60	61,8	60,0	-	-	62,2	60,4	-	0,4
R254	Residenziale	piano 3	FA	70	60	62,2	60,4	-	0,4	62,8	61,0	-	1,0

## 11. CONCLUSIONI

Il presente studio acustico ha avuto come oggetto la valutazione previsionale di impatto acustico per gli interventi relativi al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per il Progetto Accessibilità alla nuova stazione AV Belfiore e nuovo collegamento Belfiore – Firenze SMN fase 1.

L'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore rappresenta un elemento di valenza strategica nell'ambito del programma generale di potenziamento del nodo AV di Firenze.

Nell'insieme l'accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore prevede i seguenti interventi:

- la nuova “Fermata Circondaria”, da realizzarsi in corrispondenza della sottostante viabilità di Via Circondaria, che sarà a servizio di tutte le linee ferroviarie (regionali e Alta velocità), collegate alle stazioni di Firenze Rifredi, di Firenze Statuto, Firenze Campo di Marte e Firenze SMN;
- il People Mover, che permetterà il collegamento diretto tra la stazione di Firenze Santa Maria Novella e la futura stazione AV di Firenze Belfiore;
- l'integrazione del People Mover e della Fermata Circondaria con la Stazione AV di Firenze Belfiore.

La nuova fermata di Circondaria, da realizzarsi nell'ambito delle opere connesse all'AV, prevede, inoltre, l'integrazione intermodale con gli altri sistemi di trasporto pubblico, rafforzando così il legame tra la stazione e il proprio bacino di utenza.

Visti i tempi di realizzazione degli interventi sopra descritti, l'opera complessiva di accessibilità alla nuova stazione AV di Firenze Belfiore sarà realizzata per fasi funzionali.

Il presente studio ha fatto, quindi, riferimento allo sviluppo del progetto di fattibilità della “prima fase funzionale”, che nello specifico comprende:

- la realizzazione di 3 dei marciapiedi (il 1°, il 2° e parte del 3°) della configurazione finale, accessibili da due sottopassi;
- le pensiline ferroviarie insistenti sui nuovi marciapiedi 1°, 2° e 3°;
- il muro di contenimento lungo Via Cironi e Via Sighele;
- il prolungamento del sottopasso viario su Via Circondaria;
- l'adeguamento del piano del ferro esistente con adeguamento dei tracciati ferroviari coinvolti (Montevarchi AV, Direttissima, Indipendente e deposito locomotive del Romito);
- la realizzazione del nuovo sottopasso pedonale su via Cironi e l'adeguamento dell'esistente sottopasso pedonale su via Sighele;

La configurazione determinata dalla descritta “prima fase funzionale” avrà un orizzonte temporale limitato, infatti, completate le opere della Fermata Circondaria e quelle connesse alla stazione AV Belfiore e al Passante AV, parte del traffico ferroviario attraverserà la zona in sotterraneo determinando un alleggerimento delle linee ferroviarie analizzate.

Data questa transitorietà, al fine di valutare meglio l'impatto acustico a lungo termine derivante dalla nuova configurazione di progetto nel nodo, l'approccio metodologico è stato quello di estendere l'analisi anche alle fasi funzionali successive considerando, quindi, due orizzonti temporali di progetto:

- **Fase 1** – configurazione corrispondente alla prima fase funzionale
- **Fase Finale** - configurazione determinata dall'entrata in funzione della stazione Belfiore e del Passante AV.

Per la valutazione è stata effettuata una caratterizzazione ante operam dove è stato analizzato il territorio allo stato attuale (situazione ante operam) identificando gli ingombri e le volumetrie di tutti i fabbricati presenti con particolare riguardo alla destinazione d'uso e all'altezza dei ricettori potenzialmente impattati e ricadenti nella fascia di pertinenza acustica ferroviaria (100+150 m per lato). Successivamente, con l'ausilio del modello di simulazione SoundPLAN, si è proceduto alla valutazione dei livelli acustici con la realizzazione del progetto in esame per entrambi gli orizzonti progettuali considerati. Gli algoritmi di calcolo scelti per valutare la propagazione dell'onda sonora emessa fanno riferimento al metodo Schall 03, DIN 18005 per l'infrastruttura ferroviaria. I risultati del modello di simulazione sono stati quindi messi a confronto con i limiti acustici della linea.

### **Stato di progetto – Fase 1**

In questa configurazione (Fase 1) il traffico ferroviario resta invariato, rispetto allo stato attuale le differenze sono date dalla riconfigurazione planimetrica dei binari per far posto ai primi 3 marciapiedi della Fermata Circondaria corrispondenti all'avanzamento lavori della Fase 1. Dall'esame dei livelli ai ricettori si evince che i superamenti maggiori si verificano nel periodo notturno e soprattutto sul lato ovest del tracciato (lato Via Sighele e Via Cironi). I superamenti determinati dall'esercizio allo stato di progetto della Fase 1 coinvolgono 86 ricettori residenziali e 3 plessi scolastici (Istituto Comprensivo Rosai; Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari; Istituto San Gregorio).

### **Stato di progetto – Fase Finale**

In questa configurazione (Fase Finale) sono completate le opere connesse alla penetrazione urbana di Firenze, il Passante AV e la stazione AV Belfiore sono in esercizio, il traffico ferroviario viene parzialmente deviato all'interno del Passante AV. Dall'esame dei livelli ai ricettori si evince che i superamenti si verificano principalmente nel periodo notturno ed esclusivamente sul lato ovest del tracciato (lato Via Sighele e Via Cironi) ad eccezione dei complessi scolastici. I superamenti determinati dall'esercizio allo stato di progetto della Fase 1 coinvolgono 31 ricettori residenziali e 3 plessi scolastici (Istituto Comprensivo Rosai; Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari; Istituto San Gregorio).

Si nota, per lo stato di progetto - Fase Finale, una considerevole diminuzione dei ricettori interessati dai superamenti rispetto allo stato di progetto - Fase 1 determinato dalla diminuzione del traffico ferroviario nella configurazione finale dell'intervento sul nodo di Firenze.

Le valutazioni previsionali evidenziano, per entrambi gli stati di progetto, l'impatto da rumore di origine ferroviaria con superamenti dei limiti acustici principalmente nel periodo notturno, nell'area è pertanto è stato necessario prevedere idonei interventi di mitigazione dimensionati in relazione al periodo più critico e cioè rispetto al periodo notturno.

Nella progettazione delle opere di mitigazione dell'intervento in progetto si è fatto riferimento al Piano di Risanamento Acustico (P.R.A.) già esistente per la zona. Si sono integrate nel presente studio le soluzioni di mitigazione già individuate nell'ambito del P.R.A., le rispettive quote acustiche vengono mantenute ed è stato variata la tipologia della barriera optando per una soluzione applicabile sulla nuova configurazione del rilevato.

Dall'analisi dei risultati delle simulazioni negli stati di **progetto post mitigazione** è emerso che:

**stato di progetto – Fase 1** permangono i superamenti per 33 ricettori residenziali e 2 complessi scolastici: Istituto Comprensivo Rosai (9 ricettori) e Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari (2 ricettori)

**stato di progetto - Fase Finale**: rispetto allo stato di progetto Fase 1 post mitigazione si nota un netto miglioramento dell'impatto residuo ai ricettori imputabile alla riduzione di traffico ferroviario sulla linea. Permangono i superamenti per 8 ricettori residenziali (Via Sighele e Via Cironi) e 2 complessi scolastici: Istituto Comprensivo Rosai (8 ricettori) e Scuola primaria e infanzia Gianni Rodari (2 ricettori).

Si sottolinea che la configurazione operativa a lungo termine è quella a valle del completamento delle opere del nodo di Firenze.

L'analisi dei risultati dello studio di impatto acustico ha evidenziato come le soluzioni mitigative proposte abbattano considerevolmente i livelli acustici presso i ricettori. Si osserva, in termini di clima acustico, un notevole miglioramento sull'area considerata come dominio di studio rispetto allo stato attuale per entrambi gli stati di progetto. L'impatto residuo ai ricettori corrispondente al completamento delle opere del nodo di Firenze, configurazione finale dell'area, risulta notevolmente ridotto. I ricettori dove permangono i superamenti (Via Sighele, Via Cironi e plessi scolastici Rosai e Rodari) sono caratterizzati da una distanza ridotta dalla linea ferroviaria e risultano comunque già impattati allo stato attuale. In ogni caso per quanto riguarda i superamenti anche post mitigazione, per essi (n. 8 edifici Residenziali e 2 Scuole) dovranno essere valutati interventi diretti tali da ottenere il rispetto del limite interno.



In conclusione, lo studio dell'impatto da rumore dell'infrastruttura ferroviaria in progetto nel loro complesso all'interno del contesto in esame ha condotto a formulare delle considerazioni positive sul suo inserimento.